

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Facultad de Humanidades y Ciencias



Tesis para la Obtención del Grado Académico de
Doctora en Educación en Ciencias Experimentales

**APROPIACIÓN DEL LENGUAJE DE LA QUÍMICA Y SUS
REPRESENTACIONES A PERSONAS CON DEFICIENCIA
VISUAL**

Siméia dos Santos Cerqueira

Director de Tesis: Marcos Antonio Pinto Ribeiro

Co-director de Tesis: Ana Cristina Santos Duarte

DCT – UESB

Bahia/Brasil

2025

DEDICATORIA

A mi querido hermano, Leonardo, que se fue demasiado pronto.

A mi estimada tía Vasthe, soñadora como yo.

A Quienes partieron mientras yo recorría el camino de este doctorado.

En nuestra lengua materna existe una palabra que contiene la tristeza y el amor que deja la ausencia: *saudade*. Que esta saudade, a pesar del dolor, siga siendo también la memoria viva de lo que fuimos y de lo que aún nos habita.

AGRADECIMIENTOS

Llegar hasta aquí ha sido un viaje de desafíos, descubrimientos y aprendizajes, y muchas personas contribuyeron para que este trabajo se hiciera realidad. ¡Por eso, agradezco!

A mi familia, por el apoyo invaluable, por la paciencia en los días en que mi mente estaba absorta en ideas y escrituras, y por el cariño incluso cuando el cansancio me dominaba. Estoy inmensamente agradecida por cada gesto de amor, por cada palabra de aliento y por ser mi puerto seguro en este camino.

A mi madre y a mi suegra, por el apoyo en el cuidado de los niños y por asegurar siempre la comida calentita, sazónada con amor y generosidad, permitiéndome dedicarme a los estudios con mayor tranquilidad.

A mis amigos y compañeros de investigación, por su aliento, comprensión y el apoyo compartido que fortalecieron este recorrido.

A mis profesores y directores, por el conocimiento compartido, por las reflexiones estimulantes y por el compromiso de guiarme en este recorrido académico. Marcos Antonio Pinto Ribeiro, Ana Cristina Duarte, Héctor Odetti, les agradezco por desafiarme a mirar más allá de lo obvio y a cuestionar con profundidad.

A la Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas y Facultad de Humanidades y Ciencias, por brindar el espacio académico y humano que hizo posible el desarrollo de esta tesis.

A la AJECE, institución donde se llevó a cabo esta investigación, por abrirme sus puertas y permitirme conocer a las personas quienes hablo y con quienes aprendí profundamente sobre la vida. Ellas, además, me enseñaron a mirar la química más de cerca y a comprenderla desde nuevas perspectivas.

A la UESB, al Departamento de Ciencias y Tecnologías (DCT), especialmente a mis compañeros de área, Alcione Torres Ribeiro, Carlos Alberto Andrade (Ripe) y Marcos Antonio Ribeiro, amigos que me apoyaron para cursar el posgrado, alentándome a finalizar esta tesis.

Por último, agradezco a todos los que, de alguna manera, formaron parte de este viaje. Cada gesto, consejo y palabra de apoyo fueron esenciales para que este momento fuera posible.

¡Muchísimas gracias!

" Lo esencial es invisible a los ojos."

(Antoine de Saint-Exupéry)

RESUMEN

Cerqueira, Siméia dos Santos. Universidad Nacional del Litoral. Doctorado en enseñanza de las ciencias experimentales.

simeia.santos@uesb.edu.br

Esta tesis analiza los procesos de apropiación del lenguaje químico y sus representaciones por estudiantes con discapacidad visual, con el objetivo de identificar los significados y prácticas construidas por los participantes y, así, contribuir a la elaboración de prácticas pedagógicas inclusivas. La investigación adopta la Teoría Fundamentada en los Datos, también conocida como Grounded Theory (Charmaz, 2009). Se trata de un enfoque interpretativo en el cual la teoría emerge a partir del análisis de los datos. En este contexto, las categorías analíticas se construyen a partir de las experiencias de un grupo de estudiantes de la Asociación Jequiense de Ciegos (AJECE). Para ello, los datos se obtuvieron mediante entrevistas, registros de clases en el diario de campo y transcripciones de clases grabadas. El análisis indica que la comprensión de los términos químicos no se limita a la memorización, sino que está moldeada por la utilización de representaciones en prácticas específicas de enseñanza. La enseñanza de la química, tradicionalmente basada en representaciones visuales, presenta desafíos considerables para la educación de alumnos ciegos o con baja visión, lo que resulta con frecuencia en una participación limitada en las actividades escolares y en procesos de exclusión. Para los alumnos con discapacidad visual, el lenguaje adquiere significado a través de la interacción con actividades que permiten la manipulación de modelos táctiles y el uso de descripciones verbales detalladas. Se destaca la importancia del lenguaje y de la interacción social en el proceso de aprendizaje. Así, para aprender el lenguaje químico es necesario usarlo, como ocurre en un juego de lenguaje (Wittgenstein, 1999). Esta tesis también discute otros conceptos de la filosofía, como affordance, proxemia, mereología, abducción y transdición, considerándolos como Fundamentos Cognitivos e Interaccionales del Conocimiento Químico, que se integran en la construcción de los juegos de lenguaje de la química. De este modo, para abordar la cuestión central de la investigación, fue necesario recurrir a principios epistemológicos. La ampliación de las posibilidades de interacción, con el ajuste de la disposición espacial y la adaptación sensorial, favoreció la comunicación y el aprendizaje del contenido químico, lo que sugiere nuevos campos de investigación. En resumen, la tesis argumenta que la enseñanza de la química inclusiva no debe entenderse como una enseñanza que solo adapta las prácticas existentes para estudiantes con discapacidad visual, sino como una enseñanza con una perspectiva inclusiva, fundamentada en los juegos de lenguaje. Este enfoque considera la diversidad de los estudiantes como punto de partida, promoviendo prácticas pedagógicas que dialoguen con las diferentes formas de expresión, pensamiento y aprendizaje.

Palabras clave: Epistemología de la química; Inclusión; Enseñanza de la química; Discapacidad visual; Juegos de lenguaje.

RESUMO

Esta tese analisar os processos de apropriação da linguagem química e suas representações por estudantes com deficiência visual, com o objetivo de identificar os significados e práticas construídas pelos participantes e, assim, contribuir para a elaboração de práticas pedagógicas inclusivas. A pesquisa adota a Teoria Fundamentada nos Dados também conhecida como Grounded Theory (Charmaz, 2009). Trata-se de uma abordagem interpretativa na qual a teoria emerge a partir da análise dos dados. Nesse contexto, as categorias analíticas são construídas com base nas experiências de um grupo de estudantes da Associação Jequieense de Cegos (AJECE). Para isso, os dados foram obtidos por meio de entrevistas, registros de aulas em diário de campo e transcrições de aulas gravadas. A análise indica que a compreensão dos termos químicos não se limita à memorização, mas é moldada pela utilização das representações em práticas específicas de ensino. O ensino de química, tradicionalmente fundamentado em representações visuais, apresenta desafios consideráveis para a educação de alunos cegos ou com baixa visão, frequentemente resultando em uma participação limitada nas atividades escolares e em processos de exclusão. Para alunos com deficiência visual, a linguagem ganha significado através da interação com atividades que possibilitam a manipulação de modelos táteis e o uso de descrições verbais detalhadas. Destaca-se a importância da linguagem e da interação social no processo de aprendizagem. Assim, para aprender a linguagem química faz-se necessário usá-la, como ocorre em um jogo de linguagem (Wittgenstein, 1999). Esta tese discute também outros conceitos da filosofia, como affordance, proxêmica, mereologia, abdução e transição, considerando-os como Fundamentos Cognitivos e Interacionais do Conhecimento Químico, que se integram na construção dos jogos de linguagem da química. Dessa forma, para abordar a questão central da pesquisa, foi necessário recorrer a princípios epistemológicos. A ampliação das possibilidades de interação, com o ajuste da disposição espacial e a adaptação sensorial, favoreceu a comunicação e o aprendizado do conteúdo químico, o que sugere novos campos de investigação. Em síntese, a tese argumenta que o ensino de química inclusivo não deve ser entendido como um ensino que apenas adapta práticas existentes para alunos com deficiência visual, mas como um ensino com uma perspectiva inclusiva, fundamentada nos jogos de linguagem. Essa abordagem considera a diversidade dos estudantes como ponto de partida, promovendo práticas pedagógicas que dialoguem com as diferentes formas de expressão, pensamento e aprendizado.

Palavras-chave: Filosofia da química; Inclusão; Ensino de química; Deficiência visual; Jogos de linguagem.

Abstract

This thesis seeks to understand the processes of appropriation of chemical language by students with visual impairments, aiming to contribute to developing inclusive pedagogical practices. Chemistry education, historically based on visual representations, presents significant challenges for the education of blind or low-vision students, often resulting in limited participation in school activities and processes of exclusion. To promote effective inclusion, it is essential not only to ensure the presence of these students in regular classrooms but also to guarantee their active participation in activities. The research adopts Grounded Theory (GT), an interpretative approach in which theory emerges from data analysis rather than being established beforehand. In this context, the analytical categories are constructed based on the students' experiences. Data were collected through interviews, observations, and the analysis of accessible teaching materials. The importance of language and social interaction in the learning process is emphasized, highlighting the need for pedagogical practices that promote the appropriation of chemical language, fostering a more equitable education. Data analysis points to Wittgenstein's Language Games Theory, suggesting that the understanding of chemical terms is not limited to memorization but is shaped by the use of representations in specific teaching practices, for students with visual impairments, language gains meaning through interaction with activities that allow for the manipulation of tactile models and the use of detailed verbal descriptions, creating experiences adapted to their visual limitations. The teacher's mediation is crucial for integrating students with visual impairments into the chemical language games. This thesis discusses philosophical concepts such as affordance, proxemics, mereology, abduction, and transition, considered Cognitive and Interactional Foundations of Chemical Knowledge, indicating that addressing the central issue of the research requires resorting to epistemological principles. Expanding interaction possibilities, adjusting spatial arrangements, and promoting sensory learning favor communication and the study of chemical content, suggesting new fields of investigation. In summary, the thesis argues that inclusive chemistry education should not be understood as merely adapting existing practices for students with visual impairments, but as an education with an inclusive perspective grounded in language games. This approach considers the diversity of students as a starting point, promoting pedagogical practices that engage with different forms of expression, thinking, and learning.

Keywords: Philosophy of Chemistry; Inclusion; Chemistry Education; Visual Impairment; Language Games.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AC	Análisis de Contenido
AEE	Atención Educativa Especializada
AJECE	Asociación Jequeense de Ciegos
BDTD	Banco de Tesis y Disertaciones
CAPES	Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior, de Brasil
CEB	Cámara de Educación Básica
CIE	Conferencia Iberoamericana de Educación
CNE	Consejo Nacional de Educación
CPA	Curso de Preparación para la Aceleración
CTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad
DAISY	Digital Accessible Information System
DV	Discapacidad Visual
ECA	Estatuto de la Niñez y la Adolescencia
ENEM	Examen Nacional del Ensino Medio
IBGE	Instituto Brasileño de Geografía y Estadística
GT	Teoría Fundamentada
HP	Historia de Investigación
HPS	Historias de Investigación
LDB	Ley de Directrices y Bases de la Educación Brasileña
MDF	Medium Density Fiberboard: un tipo de material derivado de madera, utilizado ampliamente en la industria del mueble y la construcción civil.
MUNIC	Investigación de Información Básica Municipal
NAVMOL	Navegador de Moléculas - plataforma digital desarrollada para ayudar en la enseñanza de la Química.
NEE	Necesidades Educativas Especiales
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONGS	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RREI	Red Regional para la Educación Inclusiva en América Latina

SALS	Sensor Submarino Audible de Luz
SD	Secuencia Didáctica
SDI-DV	Secuencia Didáctica Inclusiva para Personas con Discapacidad Visual
TFD	Teoría Fundamentada en los Datos
TF	Teoría Fundamentada
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1 - LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL	16
1.1 DISCAPACIDAD VISUAL E INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN ESCOLAR	16
1.2. DESAFÍOS DE LA INCLUSIÓN EDUCATIVA EN BRASIL Y EN IBEROAMÉRICA: ALGUNAS CONSIDERACIONES.....	19
1.2.1 <i>El Contexto Brasileño</i>	19
1.2.2 <i>Desafíos para la Educación Inclusiva en Iberoamérica: un breve recorrido a partir de un documento de la UNESCO-OEI, 2018</i>	22
1.3. UN PANORAMA A PARTIR DE TESIS Y DISERTACIONES EN EL ÁREA	23
1.3.1 <i>Adaptaciones necesarias para la enseñanza de una ciencia simbólica y representacional</i>	24
1.3.2 <i>Lenguaje Químico e Inclusión: Desafíos y Estrategias para el Aprendizaje</i>	26
1.3.3 <i>Recursos didácticos y metodológicos: adaptaciones necesarias</i>	28
1.3.4 <i>Formación docente: un requisito para la inclusión</i>	31
1.3.5 <i>Importancia de la interacción profesor-alumno: mediación, comunicación y participación activa</i>	34
1.3.6 <i>El uso de enfoques que implican la experimentación y las tecnologías asistivas</i>	35
1.3.7 <i>La Brecha de Conocimiento que Motiva Esta Tesis</i>	37
CAPÍTULO 2 - PRINCIPIOS Y ENFOQUE METODOLÓGICO: LA GROUNDED THEORY	39
2.1 A GROUNDED THEORY: TEORIZANDO A PARTIR DE LOS DATOS.....	39
2.2 EL CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	42
2.2.1 <i>Procedimientos e Instrumentos para la Obtención de los Datos</i>	43
2.2.2 <i>Acercamiento a la Investigación con Narrativas</i>	43
2.2.3 <i>Sobre las Entrevistas</i>	44
2.2.4 <i>Métodos de análisis</i>	45
2.2.5 <i>Los participantes de la investigación</i>	48
2.2.5.1 <i>El profesor de química</i>	48
2.2.5.2 <i>Estudiantes de la AJECE</i>	48
2.2.5.3 <i>Investigadora y profesora: miradas y perspectivas</i>	48
2.2.6 <i>Historias de investigación: Caminos analíticos y construcción de sentidos</i>	50
2.2.6.1 <i>Historia 1: Dilemas preliminares</i>	53
2.2.6.2 <i>Historia 2: percibiendo interrelaciones</i>	55
2.2.6.3 <i>Historia 3: Los rostros de la química</i>	56
2.2.6.4 <i>Historia 4: Pérdida, dolor y superación</i>	59
CAPÍTULO 3 - HISTORIAS Y DIÁLOGOS QUÍMICOS EN AJECE	63
3.2 UN ESPACIO DE ENSEÑANZA MÁS ALLÁ DE LO ESCOLAR	70
3.2.1 <i>Actividades y Programas de la AJECE</i>	71
3.2.2 <i>Una historia de inclusión: la constitución de la Asociación Jequeense de Ciegos</i>	72
3.2.2.1 <i>AJECE: ¿Qué institución es esta?</i>	75
3.2.2.2 <i>La constitución de AJECE</i>	76
3.2.2.3 <i>La conquista del apoyo, un factor esencial para la creación de la institución</i>	81
3.3 <i>SOBRE “AVENTURARSE”</i>	85
3.4 <i>APRENDIENDO A VER EL MUNDO DE OTRA MANERA</i>	88
3.5 <i>ATLETAS: GOALBALL Y DESARROLLO PERSONAL</i>	91
CAPÍTULO 4 - TRABAJANDO REPRESENTACIONES QUÍMICAS CON ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL	93

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA: DESAFÍOS Y ESTRATEGIAS	94
4.1.1 Planes de clase	97
4.2 FUNCIÓN PEDAGÓGICA DE LAS REPRESENTACIONES QUÍMICAS	104
4.3 INTERACCIONES Y DINÁMICA DE PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDIANTES EN LA EJECUCIÓN DE LA SECUENCIA DE CLASES	109
4.4 DELIMITACIÓN DE ESPACIOS, IMPERFECCIONES, PERCEPCIÓN DEL CONJUNTO: PARA ‘VER CON LAS MANOS’	117
4.5 INTERACCIÓN INTERPERSONAL EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA: PERCEPCIONES MÁS ALLÁ DE LO QUE SE PUEDE VER.....	124
4.6 LA TRANSICIÓN DEL LENGUAJE COTIDIANO AL LENGUAJE QUÍMICO: CONSTRUYENDO SENTIDOS Y SIGNIFICADOS	130
4.7 CORRELACIONES CON EL LENGUAJE QUÍMICO: UN ENFOQUE FILOSÓFICO.....	133
 CAPÍTULO 5 - JUEGOS DE LENGUAJE EN LA APROPIACIÓN DEL LENGUAJE QUÍMICO POR ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL	137
5.1 UNA APROXIMACIÓN A LOS JUEGOS DE LENGUAJE DE WITTGENSTEIN	137
5.1.1 Juegos de lenguaje en la construcción de significados en la enseñanza de la química	139
5.1.2 Significación de las representaciones químicas desde la perspectiva de los juegos de lenguaje	141
5.1.3 Juegos de lenguaje para la enseñanza de la química en personas con discapacidad visual ..	144
5.2 JUEGOS DE LENGUAJE INTEGRADOS EN LA APROPIACIÓN DEL LENGUAJE POR PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL	147
5.2.1 Affordance: oportunidades de acción e interacción	147
5.2.2 El concepto de mereología en el lenguaje químico: la importancia de la relación entre las partes y el todo para la enseñanza de la química.....	151
5.2.4 Inferiendo Propiedades de Entidades No Observables a Partir de Entidades Observables: la Transición conecta mundos	161
5.2.5 Interacciones espaciales y oportunidades de aprendizaje: La comunicación proxémica	167
5.3 JUEGOS DE LENGUAJE AUSENTES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	170
5.4. UNA SÍNTESIS DE LAS PRINCIPALES IDEAS COMPARTIDAS	171
5.5 OTRAS CARAS Y LENTES DE LA QUÍMICA.....	176
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
APÉNDICE	195

INTRODUCCIÓN

La Química es una ciencia que busca comprender lo invisible a través de modelos y otras representaciones, y su base fundamental es el lenguaje (Laszlo, 2011). Para describir estructuras atómicas, interacciones moleculares y transformaciones químicas, se apoya en un sistema simbólico que organiza el pensamiento científico y permite comunicar este conocimiento. Su enseñanza está tradicionalmente basada en representaciones visuales (Gois, 2012), lo que, para los estudiantes con discapacidad visual, es un proceso particularmente desafiante.

Enseñar Química a estudiantes ciegos representa un desafío para muchos profesores. El ambiente de laboratorio, por ejemplo, a menudo se ve como un riesgo para la seguridad de estos estudiantes y de los demás, lo que a menudo resulta en su exclusión práctica de las actividades experimentales. Esta exclusión fue relatada por una estudiante ciega participante de esta investigación, al compartir un momento de su vida escolar, evidenciando la falta de estrategias efectivas para su inclusión en las actividades (Cerqueira y Santos, 2017, p. 209).

De hecho, la inclusión no se limita únicamente a la incorporación de estos estudiantes en clases regulares, sino que exige su verdadera integración en el contexto escolar. Bonfim (2020) señala que la inclusión no debe limitarse a la adaptación de materiales, sino que debe involucrar enfoques y estrategias que consideren la diversidad de los estudiantes, promoviendo una educación verdaderamente accesible.

A lo largo de la investigación, se observó que las dinámicas lingüísticas —posteriormente denominadas juegos de lenguaje— empleadas por estos estudiantes en su vida cotidiana difieren de las tradicionalmente practicadas en la enseñanza de la química, lo que exige adaptaciones que van más allá del aspecto visual. En otras palabras, estos estudiantes participan en juegos de lenguaje distintos de los habituales en la enseñanza de la química.

En este caso, el aprendizaje se da mediante la exploración táctil, el uso de la palabra, entre otras estrategias que hacen que el lenguaje químico sea accesible. Es en este punto donde la Filosofía de la Química se vuelve esencial. Nos ayuda a entender cómo el conocimiento químico es construido, representado y apropiado. Al investigar estas cuestiones, se abre el camino para desarrollar enfoques que posibiliten que los estudiantes con discapacidad visual también puedan apropiarse de este conocimiento de manera plena.

Los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN) orientan que el estudiante debe desarrollar competencias para comprender el mundo y actuar como ciudadano, utilizando conocimientos científicos y tecnológicos (Brasil, 2000, p. 93). El artículo 59 de la Ley de Directrices y Bases de la Educación Brasileña (LDB) garantiza que los sistemas de enseñanza deben asegurar a los estudiantes con necesidades especiales currículos, métodos y recursos

específicos (LDB, 1996, p. 39). Por lo tanto, partimos de la premisa de que, como cualquier ciudadano, el estudiante con discapacidad visual necesita los conocimientos científicos para ejercer plenamente sus derechos y ampliar su conexión con el mundo, incluso posibilitando la superación de barreras que la falta de visión podría ocasionar.

Esta investigación busca analizar cómo los estudiantes con discapacidad visual se apropian del lenguaje químico y sus representaciones, con el objetivo de identificar los significados y prácticas construidas por los participantes y, así, contribuir a la elaboración de prácticas pedagógicas inclusivas. La química, como "ciencia de lo invisible", busca explicaciones para fenómenos visibles en partículas que no pueden ser vistas, utilizando frecuentemente modelos y técnicas (Bulcão, 2009). Un estudio sobre la epistemología de la Química puede ofrecer una mejor comprensión de esta ciencia y sus peculiaridades.

Para Bachelard, "el observador debe distanciarse del objeto para estudiarlo, extrayendo lo abstracto de lo concreto en una relación racional con el objeto. Esto implica usar la razón para evitar la simple acumulación de datos metaforizados" (Lopes, 1993, p. 328). Así, aprender Química requiere aprender a usar la razón, y el enfoque no debe centrarse solo en lo "visible". Aunque la visión es importante, tal vez no sea indispensable para el aprendizaje de la Química.

Vygotski (2022) destaca que el conocimiento se construye socialmente y que los estudiantes con discapacidad visual deben aprender interactuando entre sí y con los demás, los mismos contenidos y con el mismo grado de exigencia que los otros. Este autor rechaza la idea de compensación biológica de la ceguera a través del tacto y la audición, enfatizando la importancia del lenguaje en el proceso de compensación social. Para él, no es posible reemplazar completamente la percepción visual directa, y el lenguaje desempeña un papel central en el proceso de aprendizaje, permitiendo la organización del pensamiento y la formación de conceptos.

En química, la comprensión ocurre en los niveles fenomenológico, teórico y representacional (Mortimer, Machado y Romanelli, 2000), siendo que el lenguaje representacional, compuesto por símbolos, fórmulas y modelos, organiza teorías y ayuda a los estudiantes en el desarrollo del pensamiento conceptual (Oliveira, 2010). La importancia del lenguaje para la química ya era reconocida en el siglo XIX por autores como Justus Von Liebig, quien en 1852 argumentaba que no basta memorizar términos, sino que es esencial comprender sus significados (Derossi y Freitas-Reis, 2018).

En el mismo sentido, Marie Curie en 1907, según se discute en Derossi y Freitas-Reis (2014), enfatizaba la relevancia de la investigación, la enseñanza participativa y el diálogo en el aprendizaje, destacando el lenguaje y la semiosis como elementos centrales de su enfoque

pedagógico. Aunque su práctica educativa estuviera dirigida a estudiantes videntes, su método no dependía exclusivamente de recursos visuales.

Laszlo (2011) retoma una analogía de Saint-Romain (1679), médico y alquimista, que compara los átomos con las letras, destacando la inmutabilidad de los primeros y la transitoriedad de los segundos. Así como las letras permanecen inalteradas, pero forman diferentes palabras e ideas en distintos idiomas, los átomos mantienen su esencia incluso cuando se reorganizan en nuevas sustancias. Mientras las palabras cambian mediante la reorganización de las letras sin que estas pierdan su identidad, las sustancias compuestas se transforman sin alterar la naturaleza fundamental de los átomos.

Esta comparación resalta que la estabilidad atómica sustenta todos los cambios materiales, así como la permanencia de las letras permite combinaciones lingüísticas infinitas. Laszlo (2011) trae esta analogía con la intención de discutir la enseñanza de la química como un lenguaje, constituido por fórmulas y ecuaciones, que se asemeja a un lenguaje y a un arte combinatorio.

Sin embargo, según Laszlo, la enseñanza de la química actual sigue sobrecargada por un enfoque convencional, tradicional y desactualizado. En cuanto a las investigaciones sobre la enseñanza de la química para estudiantes con discapacidad visual, como se observa en esta tesis, aún tienden a centrarse predominantemente en el desarrollo de recursos táctiles y auditivos, sin considerar de manera profunda las dimensiones epistemológicas y filosóficas de la apropiación del lenguaje químico. Ante esto, esta investigación busca comprender las dinámicas de esa apropiación, yendo más allá de la simple adaptación de materiales didácticos.

El enfoque recae, por lo tanto, sobre las interacciones en la comunicación que sustentan el proceso de aprendizaje, partiendo de la premisa de que el conocimiento químico puede ser accesible para todos los estudiantes, si se adoptan enfoques pedagógicos inclusivos que reconozcan la centralidad del lenguaje en la construcción del pensamiento químico.

Esta investigación emplea la Teoría Fundamentada en los Datos (TFD) o Grounded Theory (GT) de Charmaz (2009) como modelo metodológico. A partir del análisis de transcripciones de clases, entrevistas y notas de campo, se investiga cómo las interacciones y los discursos de los participantes contribuyen al aprendizaje del lenguaje químico. Los conceptos de juegos de lenguaje, proxemia, mereología, affordance, transdición y abducción fueron incorporados a los análisis, permitiendo que las discusiones se contextualicen en función de los datos obtenidos. Este arreglo metodológico facilita la articulación entre los referentes teóricos y los datos analizados, permitiendo que la teoría se desarrolle de manera alineada a los descubrimientos empíricos.

La discusión se presenta en dos capítulos. El primero aborda la historia de la constitución de la AJECE, entrelazándola con la trayectoria de sus fundadores y con las historias de vida de algunos asociados, estudiantes participantes de los grupos de química aquí relatados. Es importante destacar que todos los nombres mencionados en esta tesis son ficticios, utilizados con el propósito de preservar la identidad de las personas involucradas.

A continuación, en el Capítulo 4, se analizan los datos obtenidos a partir de una secuencia didáctica con modelos químicos para la introducción del concepto de enlaces químicos, culminando en la construcción de categorías interpretativas. Estas categorías se discuten a la luz de la teoría de juegos de lenguaje de Wittgenstein y de conceptos como *affordance*, comunicación proxémica, mereología, abducción y transición, aquí comprendidos como Fundamentos Cognitivos e Interacciones del Conocimiento Químico.

El Capítulo 5 consolida la Teoría Fundamentada en los Datos, integrando estos elementos en un modelo teórico que contribuye al desarrollo de una enseñanza de la química inclusiva, ampliando la comprensión de los procesos de apropiación del lenguaje químico por estudiantes con discapacidad visual. Posteriormente, se presentan las consideraciones finales y sugerencias para futuras investigaciones. Por último, se listan las Referencias Bibliográficas utilizadas a lo largo del estudio, seguidas del Apéndice, que reúne materiales complementarios elaborados por el investigador, como guiones de entrevistas e instrumentos de recopilación de datos.

Objetivos

Esta tesis tiene como objetivo buscar entender como un alumno con discapacidad visual puede aprender química, qué apropiaciones deben realizarse en el lenguaje y las representaciones de esta tan peculiar ciencia. Esperamos con esto construir un referencial, que más allá de mostrar posibilidades metodológicas para enseñar contenidos químicos ofrezca contribuciones teóricas en elaboraciones curriculares inclusivas, es decir, que atiendan a todos, videntes y no videntes.

CAPÍTULO 1 - LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

1.1 Discapacidad visual e inclusión/exclusión escolar

El concepto de discapacidad visual influye directamente en las formas en que estos sujetos son comprendidos, representados e incluidos en los distintos espacios sociales, especialmente en el contexto educativo. Según la concepción adoptada, la discapacidad visual puede ser entendida como una limitación individual que debe ser compensada o como una condición que exige la reorganización de los contextos, de las prácticas pedagógicas y de las formas de comunicación, con el fin de garantizar su participación efectiva.

El concepto de discapacidad es discutido por Wasserman e Aas (2023) a partir de modelos explicativos. Los autores caracterizan el modelo médico y el modelo social, y problematizan el hecho de que, desde la década de 1970, el debate sobre la discapacidad ha estado ampliamente marcado por la oposición entre estas dos perspectivas, especialmente en lo que respecta al origen de las desventajas experimentadas por las personas con discapacidad. Asimismo, los autores presentan una alternativa: el modelo afirmativo, que será desarrollado más adelante.

De acuerdo con los autores citados, el modelo médico comprende la discapacidad como resultado de estados patológicos del cuerpo y de la mente, atribuyendo las limitaciones de las personas con discapacidad principalmente a sus diferencias corporales o funcionales. Esta perspectiva contrasta con el modelo social, que entiende la discapacidad como resultado de la relación entre el individuo y el entorno social, enfatizando que la exclusión deriva de barreras físicas, comunicacionales y organizacionales que restringen la participación de las personas etiquetadas como discapacitadas (Wasserman; Aas, 2023).

Wasserman e Aas (2023) conceptualizan la discapacidad como la desventaja o restricción de la actividad provocada por la sociedad contemporánea, que no considera, o considera de manera insuficiente, las necesidades de las personas con discapacidad y, en consecuencia, las excluye de la participación en las actividades centrales de la vida social. Desde esta perspectiva, es la sociedad la que discapacita a las personas con discapacidad.

Aunque el modelo social sea hoy dominante en la comprensión de la discapacidad, sus versiones más fuertes han sido criticadas por subestimar el papel de las limitaciones corporales y por sostener una dicotomía artificial entre las dimensiones biológicas y sociales. La discapacidad es, así, comprendida como un fenómeno complejo, en el cual las condiciones corporales y los contextos sociales están profundamente entrelazados, lo que vuelve inestables e históricamente situadas las clasificaciones biomédicas (Wasserman; Aas, 2023).

Wasserman e Aas (2023) señalan que, más recientemente, activistas e investigadores con discapacidad han cuestionado un supuesto compartido por estos modelos: la concepción de que la discapacidad es, fundamentalmente, sinónimo de desventaja, exclusión o limitación funcional. En este contexto, los autores, al dialogaren con Swain y French (2000), presentan el modelo afirmativo, según el cual la discapacidad no debe ser comprendida como un problema, sino como una forma distinta de vivir y de experimentar el mundo, marcada no solo por desventajas, sino también por potencialidades.

El modelo afirmativo no busca explicar las causas de la discapacidad (si son biológicas o sociales). Su foco se sitúa en aquello que debe ser explicado al construir una teoría social sobre la discapacidad. Es decir, propone que el análisis contemple, además de las pérdidas o limitaciones, las experiencias, los valores, los sentidos y las formas de vida construidas por las personas con discapacidad. Por ello, el modelo afirmativo es compatible tanto con elementos del modelo médico como del social, al reconocer que las experiencias de vida con discapacidad involucran una combinación de factores biológicos, sociales y de la interacción entre ambos.

En esta tesis, la adopción del modelo afirmativo no implica considerarlo el marco teórico más amplio o definitivo para comprender la discapacidad. Se reconoce que existen otros modelos y desarrollos teóricos más complejos, capaces de abordar dimensiones adicionales del fenómeno. Sin embargo, para los objetivos de esta investigación, el modelo afirmativo resulta suficiente, ya que permite comprender la discapacidad desde una perspectiva que trasciende el déficit, incorporando las experiencias, los significados y las formas de participación de las personas con discapacidad. Asimismo, esta elección no excluye la posibilidad de que futuras investigaciones requieran otros marcos teóricos o la articulación entre diferentes modelos, de acuerdo con las preguntas y problemas de investigación planteados.

Partiendo de esta comprensión, es necesario aclarar que, a lo largo de esta tesis, pueden emerger elementos asociados al modelo médico de la discapacidad visual, especialmente cuando se hace referencia a los aspectos funcionales o a determinadas limitaciones sensoriales. No obstante, la presencia de estos elementos no debe interpretarse como la adopción de una concepción de la discapacidad centrada en el individuo ni como la atribución de un problema a la persona con discapacidad. Tales referencias tienen un carácter descriptivo y analítico, y se movilizan con el propósito de comprender las condiciones concretas de interacción con el mundo y con el lenguaje químico, sin desconocer que las barreras sociales, comunicacionales y pedagógicas desempeñan un papel central en la producción de las desventajas vivenciadas por estos sujetos.

La discapacidad visual impacta profundamente la interacción de una persona con su entorno, desde el desplazamiento seguro hasta la comunicación interpersonal. La incapacidad

parcial o total de percibir el mundo a través de la visión afecta directamente la autonomía, haciendo que tareas cotidianas como leer, reconocer rostros y moverse en espacios desconocidos sean desafiantes. Además, la discapacidad visual puede dificultar la interpretación de expresiones faciales y otros aspectos no verbales de la comunicación, lo que impacta negativamente las interacciones sociales.

En el entorno escolar, la colaboración entre los profesores de la sala regular y el Servicio de Apoyo Educativo Especializado (AEE) es esencial para adaptar el aprendizaje a las condiciones específicas de cada alumno con discapacidad visual. Históricamente, la definición de ceguera se basaba únicamente en la agudeza visual medida por oftalmólogos. Sin embargo, la evolución de los criterios educativos ha enfatizado la importancia del residuo visual y la percepción para el aprendizaje, reflejando un enfoque más inclusivo y holístico de la discapacidad visual (Amiralian, 2004).

La discapacidad visual, por su naturaleza, presenta una serie de desafíos singulares en el contexto educativo. La inclusión de estudiantes con esta condición requiere más que adaptaciones físicas, también requiere una transformación cultural y pedagógica. Es fundamental reconocer que la inclusión escolar no se limita a la presencia física en el aula, sino a la garantía de acceso al conocimiento y a la participación plena en el entorno educativo. Pacheco (2006), basado en las declaraciones de la UNESCO (1995), afirma que la educación inclusiva abarca justicia social, prácticas pedagógicas, reformas escolares y la mejora de los programas. Fundamentada en los principios de igualdad y aceptación, busca asegurar oportunidades de aprendizaje para todos. Para ello, la escuela debe adoptar prácticas diversificadas, flexibles y colaborativas, ajustándose a las necesidades de los alumnos, en lugar de exigir que ellos se adapten al modelo tradicional.

La relación entre inclusión y exclusión es compleja e intrínseca en este contexto. Mientras que la inclusión busca garantizar el acceso equitativo y la participación plena de estos alumnos en el entorno educativo, la exclusión se manifiesta cuando barreras físicas, actitudinales o pedagógicas impiden su plena integración. La exclusión puede surgir tanto por la falta de recursos adaptativos, como también por la ausencia de una mentalidad inclusiva en la comunidad escolar, lo que puede resultar en la marginación de estos estudiantes.

De acuerdo con Amiralian (2009), las personas ciegas perciben el mundo principalmente a través de los sentidos táctiles, cinestésicos y auditivos. Por otro lado, las personas con baja visión también utilizan, en mayor o menor grado, la visión residual que poseen, dependiendo de las características específicas de sus condiciones visuales. Los individuos con baja visión enfrentan desafíos como distinguir detalles finos, leer textos pequeños o percibir colores, incluso con visión residual. Las tecnologías asistivas, como lupas, gafas especiales y software de

ampliación de texto, son esenciales para maximizar la visión residual y promover la independencia en las actividades diarias.

Desde esta perspectiva, la discapacidad visual abarca una amplia gama de limitaciones en la capacidad de ver, afectando la autonomía y la independencia de las personas. Clasificada como baja visión y ceguera, según la Ordenanza 3.128/2008 del Ministerio de Salud de Brasil (Brasil, 2008), esta condición se define por la agudeza visual y el campo visual.

En el contexto educativo, las personas ciegas pueden necesitar el sistema Braille¹ para leer y escribir, mientras que aquellas con baja visión dependen de recursos ópticos y no ópticos para apoyar el aprendizaje y las actividades cotidianas. Almeida y Cardoso (2023) destacan la importancia de comprender estas necesidades y valorar la diversidad.

Así, la inclusión genuina no se limita a permitir la presencia física, sino que exige la eliminación de todas las barreras que impiden la participación igualitaria, buscando crear un entorno donde todos los alumnos se sientan valorados y capaces de contribuir plenamente. Según Amiralian (2004), la inclusión, en este sentido, debe basarse en dos condiciones fundamentales: comunicación y participación activa. Identificar el punto en el que la inclusión es plena y la exclusión comienza puede ser un desafío, ya que también implica percepciones sociales y actitudes que pueden crear limitaciones veladas a la plena participación.

1.2. Desafíos de la inclusión educativa en Brasil y en Iberoamérica: algunas consideraciones

1.2.1 El Contexto Brasileño

Aunque la educación es un derecho de todos los brasileños y brasileñas, establecido por la Constitución de 1988 (Brasil, 1988), hacer que el proceso educativo sea accesible para todos realmente requiere superar muchos desafíos. Ante la necesidad de reafirmar este derecho a las personas con necesidades educativas especiales, se promulgó la Ley Brasileña de Inclusión (Brasil, 2015). Sin embargo, la determinación legal aún no ha sido suficiente para que la inclusión se lleve a cabo, ya que aún queda mucho por hacer.

Para hacer la escuela accesible, se requieren muchos cambios, que van desde la estructura física y curricular, la formación de docentes, hasta la elaboración de materiales didácticos. Además, no se puede prescindir de cambios en la gestión de cada escuela, priorizando acciones en todos los niveles, como bien recuerda Bonfim (2020).

¹ Sistema de escritura y lectura táctil para las personas ciegas, inventado por el francés Louis Braille (Gobierno de Brasil, s.f.).

Además de los desafíos estructurales, es esencial atender a los aspectos sociales, aún más subjetivos. Me refiero a la forma en que la sociedad percibe a las personas con discapacidad visual y al impacto de esta percepción en sus vidas. Con frecuencia, esta mirada refuerza prejuicios y da lugar a episodios de bullying, como relataron algunos participantes de esta investigación.

Podemos incluir en la categoría de cuestiones sociales los desafíos relacionados con el estrato socioeconómico de las personas con discapacidad, un factor que limita frecuentemente el acceso a bienes y servicios esenciales para su calidad de vida. A esta lista se añaden aspectos como género y color de la piel. Es importante recordar que las desigualdades que afectan a la sociedad en su conjunto también impactan a las personas con discapacidad, a menudo ampliando sus dificultades al agregar nuevos desafíos a los que ya existen.

Así, la implementación de políticas públicas que garanticen la participación de las personas con discapacidad en todos los sectores de la sociedad se vuelve esencial. Estas medidas no solo favorecen la inclusión, sino que también fomentan la convivencia y el desarrollo conjunto entre individuos con y sin discapacidad, promoviendo una integración más justa al mundo de la vida, del cual aquellos con discapacidad han sido históricamente excluidos. Un ejemplo que evidencia la relevancia de este proceso de inclusión y participación social es la constitución de la AJECE y los esfuerzos de esta institución para ampliar la accesibilidad y la inclusión de personas con discapacidad visual en Jequié y la región, según se describe en el capítulo 4.

De acuerdo con el Censo 2010 del IBGE (2012), 12 millones de brasileños (el 6,7% de la población) enfrentaban dificultades significativas de movilidad o sensoriales, siendo el 3,4% con discapacidad visual. Estos datos son cruciales para entender los desafíos de la educación inclusiva. La Encuesta de Información Básica Municipal (Munic) de 2017, realizada por el IBGE, reveló que, entre los 1.679 municipios con transporte colectivo, solo el 11,7% tenía una flota totalmente adaptada para personas con discapacidad, y el 48,8% poseía una flota parcialmente adaptada. Estos obstáculos en el transporte y en la infraestructura urbana dificultan el acceso de las personas con discapacidad a la escuela, planteando cuestiones sobre la accesibilidad en las calles, aceras y en el propio ambiente escolar.

Además del transporte, la accesibilidad física en las propias escuelas sigue siendo un desafío. Según Gotti (2019), solo el 44,2% de las escuelas urbanas son accesibles para personas con movilidad reducida, mientras que en las áreas rurales este índice es aún menor, alcanzando solo el 17,9%, según el Anuario Brasileño de la Educación Básica de 2019. En las escuelas urbanas, menos del 60% tienen baños adaptados para estos estudiantes, y en las áreas rurales, el porcentaje es solo del 25,9%. Estos datos muestran que aún queda un largo camino por recorrer para garantizar una educación inclusiva y accesible para todos.

Gotti también destaca la evolución en las últimas décadas con respecto a los derechos de las personas con discapacidad, citando hitos legales como la Constitución de 1988, la LDB, el ECA, la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y el Estatuto de la Persona con Discapacidad (2016). Señala el aumento de la inclusión escolar, con la matrícula de estudiantes con discapacidad pasando del 46,8% en 2007 al 85,9% en 2018, según el Anuario Brasileño de la Educación Básica. Sin embargo, la autora resalta la escasez de datos sobre este grupo, lo que dificulta la formulación de políticas públicas efectivas y mantiene a muchos niños y jóvenes en condición de invisibilidad.

Además de eliminar las barreras físicas de acceso a la escuela, para promover la inclusión es imprescindible que haya apoyo al aprendizaje, lo que debe hacerse a través de atención educativa especializada, de acuerdo con las directrices de la Resolución CNE/CEB nº 4/2009, del Consejo Nacional de Educación, prioritariamente, en las salas de recursos multifuncionales en la propia escuela o en otra escuela del sistema regular, en turno opuesto al de la escolarización. Esta atención no reemplaza las clases comunes y también está garantizada para aquellos con superdotación o altas habilidades. Sin embargo, solo el 31,5% de las escuelas urbanas tienen salas como estas y un porcentaje aún menor en la zona rural, del 17,9% (Gotti, 2019).

La formación de profesores es otro requisito necesario y uno de los desafíos a enfrentar. Gotti sugiere que la colaboración entre escuelas y universidades es un buen camino para la construcción de los saberes necesarios y la valoración de las diferencias, contribuyendo a la formación continua de los docentes. Según la autora, tales colaboraciones pueden hacerse a través de los términos de cooperación técnica entre las secretarías de educación de los estados y municipios, por ejemplo, para que puedan pensarse estrategias. La autora enfatiza que la construcción de una sociedad libre, justa y solidaria, como se define en nuestra Constitución Federal, solo podrá convertirse en realidad cuando se respeten y reconozcan las diferencias, de manera que tengamos igualdad de oportunidades, como es el propósito de la Educación Inclusiva.

Ampliando la perspectiva al escenario internacional, se notan esfuerzos para garantizar una educación de calidad para todos. La Agenda 2030 de la ONU (Naciones Unidas, 2020), por ejemplo, busca garantizar una educación de calidad para todos, con el compromiso de "no dejar a nadie atrás". Datos de la ONU muestran que las personas con discapacidad tienen menos acceso a la educación y presentan mayores índices de analfabetismo. Se estima que una de cada tres niñas y niños con discapacidad esté fuera de la escuela, en comparación con una de cada siete niños sin discapacidad. La OMS y el Banco Mundial destacan que los niños con discapacidad están entre los grupos más marginados y con frecuencia privados de educación. La Red Regional por la Educación Inclusiva en América Latina (RREI), fundada en 2015, trabaja para garantizar el derecho a la educación inclusiva, coordinando acciones políticas en varios países de la región.

Cada avance hacia la Educación Inclusiva representa, a su vez, un desafío por superar. Las leyes, resoluciones e instituciones creadas con el objetivo de defender los derechos de las personas con discapacidad evidencian que aún estamos lejos de alcanzar la igualdad y la equidad de derechos para todos. Sin embargo, estas iniciativas son fundamentales para que podamos acercarnos cada vez más a estos objetivos.

1.2.2 Desafíos para la Educación Inclusiva en Iberoamérica: un breve recorrido a partir de un documento de la UNESCO-OEI, 2018

Desde 1988, la Conferencia Iberoamericana de Educación (CIE) reúne a Ministros de Educación de 22 países de Iberoamérica para establecer prioridades educativas y acciones concretas. La II CIE, en 1992, destacó el papel de la educación para la democracia y el desarrollo social y económico. Cada edición posterior abordó metas relevantes, con la Declaración de Buenos Aires de 1995, que subrayó la educación como una inversión social esencial para superar las desigualdades relacionadas con la edad, el sexo, la condición socioeconómica, la etnia, la religión, la cultura y el idioma (UNESCO-OEI, 2018).

Las IX y XVII CIEs enfatizan la expansión de oportunidades educativas para grupos vulnerables, promoviendo inclusión, equidad y diversidad. La IX CIE se centró en la educación rural, inicial e indígena, mientras que la XVII CIE destacó políticas de cohesión y combate a la discriminación educativa, destacando la equidad de género y la multiculturalidad. Las conferencias siguientes respaldaron políticamente la creación de las metas educativas de 2021, con el objetivo de promover la educación a lo largo de la vida. Desde la 48ª CIE (2008), la educación inclusiva abarca a todos los estudiantes, además de aquellos con discapacidad.

La Jornada Iberoamericana de 2015 definió las prioridades de la OEI para la educación inclusiva en la región. La Agenda 2030 y los ODS fueron aprobados y, con ello, la OEI alineó el Programa de Metas Educativas 2021 con el ODS 4, promoviendo una educación de calidad y reduciendo las desigualdades. La agenda busca equilibrar el desarrollo económico, social y ambiental con la ciudadanía y las libertades individuales y colectivas. Aunque cada país tiene su propia definición de educación inclusiva, el enfoque general es superar las barreras para los grupos vulnerables. El desafío es hacer realidad la idea de que "todos los estudiantes son igualmente importantes", lo que requiere cambios en todo el sistema educativo.

Marope (citado por UNESCO-OEI, 2018) propone que repensar la educación inclusiva y equitativa implica encontrar soluciones específicas para eliminar las barreras que limitan los logros educativos, creando oportunidades de aprendizaje que atiendan a las necesidades de todos los estudiantes, independientemente de factores como etnia, situación migratoria, condición física, social e intelectual, además de género. El objetivo es garantizar que cada estudiante, niño o niña, tenga un papel activo en la construcción de un futuro próspero y sostenible.

Uno de los principales desafíos para la inclusión en Iberoamérica, según se destaca en el documento, es la necesidad de mejorar las políticas públicas a largo plazo que reduzcan las desigualdades sociales, especialmente entre los grupos poblacionales vulnerables. Además, es fundamental superar la visión de la inclusión como una simple respuesta a condiciones específicas, reconociendo que cada estudiante es único y debe ser valorado, motivado y apoyado.

La implementación de una educación inclusiva enfrenta desafíos variados en diferentes contextos sociales y educativos, y en este trabajo abordaremos las especificidades de la enseñanza de la química y el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual. Creemos que las investigaciones en el área son esenciales para la creación de currículos que puedan reducir las desigualdades y proporcionar una comprensión más amplia de la ciencia, especialmente de la Química y su lenguaje.

1.3. Un panorama a partir de tesis y disertaciones en el área

Con el objetivo de situar el problema de investigación en el contexto de los estudios sobre la enseñanza de la Química y el aprendizaje de su lenguaje por personas con discapacidad visual, se realizó una revisión de la literatura. Este levantamiento permitió identificar enfoques, desafíos y avances en el área, contribuyendo a posicionar este estudio en el panorama de las investigaciones existentes, además de evidenciar vacíos que pueden ser profundizados en investigaciones futuras.

Se optó por priorizar tesis y disertaciones debido a la profundidad y amplitud que estos trabajos académicos ofrecen. La investigación buscó identificar lo que las investigaciones han revelado sobre el tema, además de mapear subsidios y vacíos existentes. Se elaboraron algunas preguntas orientadoras para mantener el enfoque en la búsqueda de respuestas al problema planteado. Así, tratamos de entender lo que los estudios indican sobre la enseñanza de la química para estudiantes con discapacidad visual, especialmente en lo que respecta a:

1. ¿Cuáles son las cuestiones que aparecen en las investigaciones sobre la enseñanza de química a estudiantes con discapacidad visual?
2. ¿Qué subsidios traen las investigaciones sobre cómo las personas con discapacidad visual pueden aprender el lenguaje químico?
3. ¿Qué consideran los profesores sobre el aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual para la elaboración y/o adaptación de metodologías y recursos didácticos?
4. ¿Qué vacíos señalan, cuáles son las necesidades de comprensión en nuevos estudios?

Las búsquedas se realizaron en los portales de la CAPES, BDTD (banco de tesis y disertaciones) y en la plataforma de investigación oatd.org. Sin embargo, esta última resultó en solo dos tesis en inglés que no estaban disponibles en su totalidad, por lo que no fueron

consideradas. Las investigaciones se realizaron mediante la combinación de palabras clave como discapacidad visual, enseñanza de química y lenguaje químico, en los idiomas inglés, portugués y español, utilizando operadores booleanos.

Como se puede ver en el Cuadro 2 del apéndice, se obtuvieron 38 textos aprovechables, entre tesis y disertaciones. De estos, tres textos fueron descartados por no estar disponibles en la versión completa, resultando en un total de 35 textos analizados. El análisis de las investigaciones destaca la notable escasez de estudios exhaustivos sobre el tema, evidenciando la necesidad de investigaciones futuras.

El 40% de los trabajos analizados abordan la perspectiva del docente, ya sea en la formación inicial y/o continua; sus percepciones; herramientas de apoyo y reflexiones para la enseñanza inclusiva colaborativa. El 8,6% son investigaciones del tipo estado del arte; y el 51,4% de las investigaciones se concentran en la elaboración de recursos didácticos adaptados o aportes metodológicos de enseñanza, que van desde la experimentación, el uso de modelos estructurales y la tecnología asistiva. Los números reflejan preocupaciones inmediatas para el área, como la necesidad de una formación docente adecuada y apoyo profesional, institucional e instructivo para que los docentes puedan manejar esta diversidad y promover una enseñanza de química inclusiva.

A continuación, los aportes seleccionados serán discutidos de manera temática, organizados en tópicos según su amplitud. Las discusiones abordarán la química como una disciplina simbólica y representacional, la adaptación de recursos y metodologías, el lenguaje químico, los desafíos relacionados con la formación docente y la mediación pedagógica, además de la importancia de la experimentación y las tecnologías asistivas en la enseñanza de química para estudiantes con discapacidad visual. Además, trataré de posicionar esta tesis dentro de un vacío observado en las investigaciones actuales, que aún pueden avanzar en la exploración de los aspectos epistemológicos del lenguaje químico y sus implicaciones pedagógicas para una educación más inclusiva.

1.3.1 Adaptaciones necesarias para la enseñanza de una ciencia simbólica y representacional

La Química es una ciencia esencial para comprender fenómenos que impactan directamente a la sociedad. Aborda cuestiones sociales, tecnológicas y ecológicas. Dada su relevancia en el entendimiento del mundo que nos rodea, es necesario garantizar que todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidad visual, tengan acceso a su aprendizaje (Toledo, 2017). En este contexto, es fundamental promover metodologías inclusivas que aseguren la equidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La enseñanza de la Química, por estar ampliamente basada en símbolos, fórmulas y conceptos que dependen de representaciones visuales — como gráficos, diagramas y estructuras moleculares — presenta desafíos específicos para los estudiantes con discapacidad visual (Toledo, 2017; Molena, 2018). El uso predominante de recursos visuales puede restringir la comprensión de estos estudiantes en relación con los símbolos y fórmulas, creando barreras adicionales para el aprendizaje, advierte Molena.

Para estos autores, la comprensión del conocimiento químico requiere transitar por diferentes niveles de ese conocimiento, ya sean los niveles macroscópico, submicroscópico y representacional, como se aborda en Johnstone (Toledo, 2017), o los niveles fenomenológico, microscópico y representacional, según el modelo triádico de Mortimer, Machado y Romanelli, citado por Molena (2018). Lo que ocurre es que transitar entre estos diferentes niveles requiere enfoques pedagógicos adaptados, ya que la simple traducción del contenido a Braille no garantiza una comprensión profunda de los conceptos.

Los estudiantes con discapacidad visual necesitan métodos de enseñanza que les permitan asignar significado a los símbolos y representaciones químicas, reforzando la importancia de un apoyo pedagógico adecuado (B. Silva, 2014; Costa, 2016; Molena, 2018; Alves, 2020). Con el uso de metodologías inclusivas capaces de superar las representaciones visuales, es posible promover un ambiente interactivo y la participación activa de los estudiantes en los tres niveles del conocimiento químico. El uso de materiales pedagógicos adaptados, como gráficos en relieve, descripciones detalladas y figuras táctiles, contribuye a un ambiente de aprendizaje más inclusivo, beneficiando no solo a los estudiantes con discapacidad visual, sino enriqueciendo la comprensión de todos los estudiantes (B. Duarte, 2019).

Alves (2018) destaca varios requisitos esenciales para la elaboración de materiales didácticos adaptados, como planificación cuidadosa, eficiencia educativa, ergonomía, seguridad, agradabilidad al tacto, contraste visual y táctil, durabilidad, conocimiento técnico de los materiales, tamaño y portabilidad, características adecuadas de textos, fidelidad en las representaciones, enfoque multisensorial, economía, simplicidad, uso colectivo y evaluación continua. La creación de estos materiales es un proceso complejo, que puede requerir apoyo especializado para superar desafíos y asegurar que los recursos didácticos sean adecuados y eficaces.

Otro aspecto importante es la discusión sobre el impacto negativo de la discapacidad visual en la autoimagen y en la percepción de las capacidades de los estudiantes. Creppe (2009) destaca las pérdidas emocionales y prácticas resultantes de esta discapacidad. Según este enfoque, la fragmentación de la autoimagen y la sensación de inadecuación pueden generar inestabilidad psicológica y dificultar la realización de tareas diarias. Foques (2020) complementa, enfatizando

que el proceso de aprendizaje implica una combinación de perspectivas lógicas y psicológicas, resaltando la importancia de adaptar los contenidos a las especificidades de los estudiantes.

Así, con adaptaciones metodológicas adecuadas y recursos accesibles, es posible que los estudiantes con discapacidad visual comprendan los conceptos químicos. Estas adaptaciones deben involucrar aspectos didácticos y psicológicos, permitiendo que se atiendan las necesidades específicas de los estudiantes.

1.3.2 Lenguaje Químico e Inclusión: Desafíos y Estrategias para el Aprendizaje

Costa (2016) destaca que aprender química implica apropiarse de un nuevo lenguaje científico, lo que representa un desafío para las personas con discapacidad visual, ya que la visión se utiliza ampliamente para resolver problemas en esta área. Para superar esta barrera, el MEC lanzó la Grafía Química Braille (Brasil, 2011), que incluye representaciones de símbolos, diagramas y estructuras químicas, facilitando el aprendizaje de los estudiantes ciegos y ampliando su acceso al conocimiento científico.

Autores como B. Silva (2014), Costa (2016), Molena (2018) enfatizan que este es un avance importante, pero aún es necesario desarrollar enfoques pedagógicos que integren múltiples sentidos y perspectivas para superar las dificultades en el aprendizaje de la química y atender a las necesidades específicas de todos los estudiantes. Molena argumenta que, así como los estudiantes videntes no logran aprender química solo a través de la lectura de un texto, los estudiantes con discapacidad visual también necesitan apoyo pedagógico para comprender el significado de los símbolos y representaciones químicas. Este apoyo puede manifestarse en forma de recursos accesibles, como materiales en Braille, pero también en otras adaptaciones que faciliten la interpretación de los contenidos abstractos.

Costa (2016) propone una metodología que prioriza el diálogo entre profesor y estudiante en la construcción de conceptos. La autora subraya que el diálogo y la interacción son fundamentales para el desarrollo cognitivo de los estudiantes. El enfoque en etapas como "tomar postura" y "maduración" resalta la necesidad de proporcionar tiempo y apoyo adecuados para que los estudiantes puedan procesar e internalizar los conceptos.

E. Silva (2020), alineada con la perspectiva sociocultural, destaca que el lenguaje permite a las personas ciegas acceder a significados culturales y participar activamente en prácticas sociales, haciendo que las interacciones sociales sean esenciales para su desarrollo cultural. Cuando se ofrecen condiciones adecuadas de interacción, metodologías adaptadas y recursos específicos, los niños ciegos pueden alcanzar un desarrollo comparable al de sus compañeros sin discapacidad.

El lenguaje y la interacción con los compañeros son fundamentales para el desarrollo del conocimiento y la identidad. Desde la perspectiva de Lourenço (2003), el lenguaje no solo integra y constituye la cultura de una sociedad, sino que también facilita la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo, especialmente en contextos de discapacidad visual, perspectiva que también es compartida por Simões (2018). La importancia de la interacción social y el desarrollo lingüístico es destacada por Bauman (2010, p. 19, apud Simões, 2018) y otros autores (Reily, 2006; Borges, 2013) también citados por Simões (2018).

D. Silva (2019) destaca la importancia de la comunicación y los signos en la transmisión cultural y el desarrollo social, con un énfasis especial en las personas con discapacidad visual. Subraya que el lenguaje es fundamental para el desarrollo psíquico y la construcción de conceptos complejos, basándose en las teorías de Vygotsky (1983) y Santaella (2007) sobre la apropiación del lenguaje y la cultura. Camargo (2012) es citado por diferenciar la estructura empírica y la semántico-sensorial del lenguaje, ambas esenciales para una comunicación eficaz.

Según D. Silva, el pensamiento procesa los datos de la experiencia mediante análisis y abstracción, transformándolos en conceptos que se representan a través del lenguaje. La formación del psiquismo resulta de la interacción dinámica entre el individuo y el mundo exterior, mediada por el lenguaje, que es vital para el desarrollo del pensamiento y la humanización de los individuos. En la escuela, el lenguaje es fundamental para la apropiación del legado cultural y el desarrollo de las funciones psíquicas superiores, siendo necesario garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a esta cultura, incluidos los estudiantes con discapacidad visual.

La teoría histórico-cultural de Vygotsky también es debatida por E. Silva (2020) en la enseñanza de la química, con atención a la formación de conceptos y al aprendizaje a través de la interacción social y cultural. Aunque el estudio reconoce la importancia del lenguaje, no discute específicamente el lenguaje químico, concentrándose en un análisis del estado del arte. Esta investigación analiza tesis y disertaciones sobre la enseñanza de la química para estudiantes con discapacidad visual en Brasil entre los años 2000 y 2019. Observando las contribuciones de los Fundamentos de la Defectología y la Teoría Histórico-Cultural de Vygotsky, el estudio destaca las ideas de Vygotsky sobre la educación inclusiva, proponiendo la integración de estudiantes ciegos en escuelas regulares eliminando barreras entre la educación especial y la educación común.

La autora señala que, aunque el término "defectología" ha sido reemplazado por conceptos más actuales, Vygotsky ya argumentaba que el desarrollo de los estudiantes con discapacidad visual depende más del contexto social y las oportunidades de interacción que de la propia discapacidad. La investigación de E. Silva (2020), sin embargo, revela una brecha en la aplicación práctica de estas teorías en la enseñanza de la química, mostrando que, a pesar de los

avances teóricos, aún se requieren más recursos didácticos y metodologías inclusivas que favorezcan el desarrollo cognitivo de estos estudiantes en el campo de las ciencias exactas. La revisión bibliográfica revela la relevancia de enfoques metodológicos innovadores para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en la educación secundaria.

El aprendizaje del lenguaje químico por estudiantes con discapacidad visual presenta desafíos específicos. La falta de atención a estos aspectos puede limitar el avance de la educación inclusiva en el campo de la química. Así, es fundamental que haya una discusión más profunda sobre cómo hacer este lenguaje accesible para todos los estudiantes. Las investigaciones encontradas no exploran cómo el lenguaje, incluidos los símbolos químicos, fórmulas y la comunicación verbal, influye en el proceso de aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual, ni discuten cómo la comprensión del lenguaje se desarrolla a partir de sus usos.

Por lo tanto, persiste una brecha respecto a cómo el lenguaje químico puede ser asimilado por estos estudiantes, especialmente en contextos más abstractos y simbólicos. La inclusión de prácticas pedagógicas que consideren la accesibilidad del lenguaje químico puede contribuir a la promoción de la equidad, fortaleciendo la participación de todos en el campo científico. De esta manera, entender la construcción del lenguaje químico en el aula con estudiantes con discapacidad visual, desde una perspectiva epistemológica, puede fomentar la reflexión crítica sobre las prácticas educativas y el conocimiento científico, promoviendo innovaciones en la enseñanza de la química.

1.3.3. Recursos didácticos y metodológicos: adaptaciones necesarias

La inclusión escolar de estudiantes con discapacidad visual ha sido discutida, con un enfoque en la creación de entornos de aprendizaje accesibles. Sin embargo, la falta de formación adecuada de los docentes sigue siendo un desafío. En este contexto, iniciativas como las de Paulo (2017) y Simões (2018) se destacan. Paulo ofreció videoaulas en YouTube para apoyar a los profesores de Química, abordando la inclusión y la creación de materiales accesibles. Simões elaboró un sitio web para facilitar la planificación de clases con recursos adaptados, como el Braille para contenidos químicos, además de modelos de tablas periódicas y geometrías moleculares.

Lourenço (2003), Creppe (2009), Lima (2017) y Barros (2018) destacan la importancia de los modelos moleculares táctiles y tridimensionales para la accesibilidad en la enseñanza de la química a estudiantes con discapacidad visual. Lourenço enfatiza la posibilidad de "sentir" las estructuras, mientras que Creppe valora los modelos comercializados por su estética y estandarización. Lima resalta la variación de textura, tamaño y forma en la formación de imágenes mentales, y Barros defiende el uso de recursos adaptados y la formación continua del profesorado.

Lima (2017), al igual que Creppe (2009), mostró preocupación por la durabilidad del material. La autora considera que la fragilidad de los modelos construidos con materiales como palillos de dientes y arcilla compromete la propuesta inicial. Para superar este problema, desarrolló un material más resistente y fácil de manejar, hecho de plástico. Este material está organizado en una caja de MDF² y acompaña un folleto explicativo, además de esferas de diferentes tamaños que representan enlaces químicos simples, dobles y triples.

A pesar de la importancia de los aspectos de accesibilidad, estética y funcionalidad de los modelos moleculares como herramientas didácticas en la enseñanza de la química, se revela una brecha significativa: el papel de estos modelos en la construcción del lenguaje químico, especialmente para estudiantes con discapacidad visual, no está suficientemente discutido. Aunque facilitan el acceso al contenido y promueven una comprensión táctil de las estructuras moleculares, la relación entre los modelos y la apropiación del lenguaje científico químico, como un proceso simbólico y conceptual, aún carece de un análisis más profundo. La ausencia de esta reflexión limita la comprensión plena del impacto de estos recursos en la formación del estudiante como sujeto activo en la construcción y comprensión del lenguaje químico.

Otro gran desafío es superar la dependencia de la vista en las actividades de laboratorio esenciales para la comprensión práctica de la Química. Toledo (2017) destaca que la experimentación es fundamental para entender las transformaciones de la materia a nivel macroscópico y sugiere que los profesores adopten alternativas inclusivas, utilizando otros sentidos, como el tacto, la audición y el olfato. Propone, por ejemplo, que procesos como la liberación de gases, la formación de precipitados y los cambios de temperatura sean percibidos también a través del tacto y los sonidos generados. Aragão (2012) y Foques (2020) defienden el uso de enfoques que integren el Aprendizaje Significativo y la multisensorialidad, destacando la importancia de la interacción entre estudiantes con y sin discapacidad visual y la utilización de múltiples sentidos para facilitar la comprensión de los conceptos químicos.

B. Silva (2014) investiga el uso de Tecnologías Asistivas, como materiales táctiles y Braille, para facilitar la comprensión de conceptos químicos por parte de estudiantes con discapacidad visual. Sin embargo, señala que el Braille tiene limitaciones en relación con el lenguaje químico, sugiriendo el uso de tecnologías que permitan la comprensión de los diferentes niveles de la química de manera inclusiva.

Fernandes (2014) desarrolló un material didáctico multisensorial para la enseñanza de reacciones químicas. Integrando tecnología accesible y experimentación práctica al tacto, la audición y el olfato, buscó promover la inclusión y el aprendizaje. La autora destaca la

² El MDF es un panel de madera reconstituida, al igual que el MDP y el HDF. MDF es la sigla de *Medium Density Fiberboard* o Panel de Fibras de Densidad Media.

accesibilidad de los niveles macroscópico y representacional para estudiantes con discapacidad visual, ayudados por herramientas tecnológicas como Navmol y SALS, para la comprensión de estructuras moleculares y reacciones. Se sugirieron algunas mejoras, como la diferenciación por textura y tamaños. Los estudiantes demostraron una mejor comprensión de las reacciones químicas y participaron activamente en las actividades inclusivas, aunque el modelo molecular solo ayudó parcialmente en el balanceo de las reacciones.

La investigación de Paulo (2017) defiende el uso de materiales auxiliares como fundamentales para que los estudiantes con o sin necesidades educativas especiales (NEE) alcancen el mismo nivel de conocimiento. Sin embargo, la investigación no involucró directamente a estudiantes con discapacidad visual en el proceso de elaboración de las videoaulas, limitando la reflexión sobre la efectividad de las metodologías desarrolladas.

La participación activa de los deficientes visuales en el desarrollo y la elección de metodologías y tecnologías asistivas es fundamental para garantizar que estas soluciones satisfagan sus necesidades reales. Creppe (2009) destaca que la creación de nuevas tecnologías debe implicar la colaboración de los usuarios finales, evitando enfoques de arriba hacia abajo que puedan resultar en soluciones inadecuadas y perjudiciales. Foques también comenta sobre la falta de interacción directa con estudiantes ciegos como una limitación observada en su propia investigación.

C. Silva (2015) destaca que la inclusión va más allá de la adopción de recursos adaptados, siendo necesaria una transformación en la forma de enseñar y en la interacción con los estudiantes. Enfatiza el papel del entorno social y del lenguaje de la interacción en el desarrollo cognitivo, aspectos esenciales para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual. La autora también subraya la importancia de comprender las diferencias, destacando la necesidad de diálogo para que la escucha y las intervenciones adecuadas puedan ocurrir. Aunque la investigación sobre inclusión en la enseñanza de la química aún es incipiente, C. Silva ya señala la reflexión sobre los principales responsables de concretar la educación inclusiva, mencionando conceptos como imaginación, contextualización/generalización, inclusión escolar y respeto por la diferencia, como fundamentales para superar la abstracción característica de esta disciplina.

C. Duarte (2021) identifica varias dificultades que enfrentan los estudiantes con discapacidad visual para comprender la tabla periódica, como la necesidad de terceros para leer la información, la dificultad táctil de las tablas en Braille, y la falta de claridad en la disposición de los elementos. La tabla en Braille, por ejemplo, es difícil de leer debido a las líneas muy cercanas y al retraso en la lectura, lo que causa vergüenza a los estudiantes. La autora sugiere mejoras, como el uso de tarjetas en relieve, letras ampliadas, tecnología con recursos orales,

manual en Braille, versiones compactas de la tabla y materiales diferenciados para representar los elementos químicos, con el fin de facilitar el acceso a la información.

Brito (2006) destaca que el uso de tablas periódicas adaptadas permitió que los estudiantes con discapacidad visual comprendieran su formato e identificaran los elementos químicos, a pesar del desafío presentado por la cantidad de información. Las orientaciones del profesor fueron esenciales para la familiarización con el recurso. La autora también destaca la importancia de la participación activa de estos estudiantes en las interacciones en el aula, promoviendo condiciones de igualdad en el desarrollo cognitivo. Aunque Brito menciona la química como un lenguaje, no explora esta discusión en su trabajo.

El análisis de producciones académicas sobre la enseñanza inclusiva para estudiantes con discapacidad visual entre los años 1996 y 2019, realizado por B. Duarte (2019), evidenció un énfasis en la creación de materiales didácticos y la formación de docentes orientada a la inclusión. Sin embargo, destacó que estas producciones aún son fragmentadas e incipientes en cuanto al desarrollo y consolidación. La autora enfatiza la necesidad de concienciar a los educadores sobre la inclusión y su práctica, identificando obstáculos para cumplir con los derechos de las personas con discapacidad.

El estudio indica que, aunque en las investigaciones existe una concentración de trabajos relativos al desarrollo de materiales didácticos y a la formación docente, el tema no está plenamente integrado en la formación de los profesores. La autora sugiere que nuevos estudios incluyan las percepciones y expectativas de los estudiantes con discapacidad visual, ampliando las perspectivas sobre la enseñanza inclusiva.

1.3.4. Formación docente: un requisito para la inclusión

Entre las principales dificultades en la enseñanza de Química para estudiantes con discapacidad visual están aquellas relacionadas con la falta de formación adecuada de los profesores y la carencia de materiales didácticos apropiados. Estas observaciones son compartidas por autores como Lima (2017), Paulo (2017), Toledo (2017), Barros (2017), Simões (2018), Gomes (2019), Foques (2020) y Martins (2021). Foques (2020), por su parte, subraya la urgencia de una formación docente más robusta, con prácticas multisensoriales y estrategias adaptadas, y la importancia de superar barreras actitudinales para reconocer las potencialidades de los estudiantes con discapacidad visual.

Es esencial que los profesores reciban una formación adecuada para lidiar con la diversidad de los estudiantes, como menciona Toledo (2017). Alves (2018) señala que la formación actual sobre inclusión es limitada, incluso para los posgraduados, y que muchas veces la práctica inclusiva se restringe a acciones dirigidas exclusivamente a estudiantes con

discapacidad, dificultando la verdadera integración. La autora defiende que, para una educación inclusiva eficaz, los cursos de formación docente deben abordar no solo las necesidades individuales de los estudiantes con discapacidad, sino también el desarrollo atípico y el valor de las interacciones sociales, promoviendo una comprensión más amplia de las dinámicas que benefician a todos los estudiantes. Así, los profesores podrían reflexionar sobre sus prácticas y expandir sus estrategias, creando ambientes más inclusivos y colaborativos.

B. Silva (2014) enfatiza la necesidad de superar los modelos pedagógicos tradicionales, considerando las variables de la educación para todos. La autora subraya que el docente necesita conocimientos específicos para gestionar actividades que incluyan a estudiantes con y sin discapacidades, destacando la importancia de investigar los saberes de los profesores. La autora menciona los estudios de Carvalho y Gil-Perez (2011), que enfatizan la necesidad de interacciones entre los participantes y los contenidos, mientras que los de Sá, Campos y Silva (2007) resaltan la importancia de eliminar prejuicios y crear estrategias pedagógicas inclusivas.

Field's (2014) destaca la importancia de la participación de futuros docentes en investigaciones sobre educación inclusiva para promover una educación para todos, enfatizando la colaboración entre universidades e instituciones de apoyo. Melo (2013) comparte esta visión, resaltando la colaboración entre profesores de química y educación especial, aunque desafíos como las limitaciones de tiempo indican la ausencia de un modelo único de éxito. Gomes (2019) complementa, subrayando la necesidad de formación en metodologías específicas y adaptaciones curriculares para una educación inclusiva y enfatiza la colaboración entre profesores y estudiantes como esencial para la inclusión.

Del Sacramento (2021) también defiende la formación docente y la participación en talleres, destacando el apoyo institucional. Alves (2018) refuerza la importancia del trabajo interdisciplinario y añade que la formación inicial debe incluir experiencias prácticas para combatir prejuicios y promover enfoques inclusivos, aunque considera que la inseguridad de los estudiantes de licenciatura sobre las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual sigue siendo un desafío. Marques (2018) y Martins (2021) destacan la importancia de la formación continua y la inclusión de contenidos sobre discapacidad visual en los cursos de licenciatura.

Las percepciones de los profesores de Química sobre la accesibilidad y la enseñanza para estudiantes ciegos y con baja visión son investigadas por Lopes (2020) y Molena (2018), con enfoques distintos. Obstáculos como la falta de transporte accesible, horarios incompatibles y clases abarrotadas fueron identificados por Lopes. A pesar de esto, la autora afirma que los profesores reconocen que estos espacios favorecen la interacción y el aprendizaje. Con base en este análisis, Lopes sugirió una Secuencia Didáctica Inclusiva (SDI-DV) sobre la Tabla Periódica, con visitas a entornos de educación no formal.

Para Molena (2018), existe una dificultad en enseñar conceptos como reacciones químicas y modelos atómicos, señalando una brecha en las propuestas de enseñanza en comparación con la Física. Ella enfatiza la desconexión entre las investigaciones académicas y la educación básica, con muchos profesores desconocedores de recursos alternativos. La autora defiende la formación inicial y continua de los profesores, la incorporación de temas sobre diversidad y la inversión en tecnologías educativas. Además, alerta sobre la posibilidad de que la nueva BNCC (Base Nacional Común Curricular) comprometa la calidad de la enseñanza, ya que permite que profesores de otras áreas enseñen Química. La autora sugiere que la investigación abra camino para nuevas investigaciones sobre métodos de enseñanza que integren diferentes sentidos y recursos adaptados.

Azevedo (2020) aborda los desafíos de la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en la enseñanza de Química, destacando el papel fundamental del profesor. A pesar de los esfuerzos por adaptar materiales, los profesores enfrentan barreras como la falta de formación específica, sobrecarga de trabajo y la ausencia de apoyo pedagógico. Azevedo concluye que la simple presencia de los estudiantes en el aula no garantiza una inclusión efectiva, señalando fallas en la implementación de las políticas educativas.

El autor ve la discapacidad como un constructo social, con un impacto mayor en las interacciones sociales que en la ceguera en sí, siendo el entorno escolar frecuentemente un refuerzo de estigmas. Referenciando a Sacks (1995), Azevedo (2020) explica que, mientras los estudiantes videntes perciben el espacio de forma lineal, los estudiantes ciegos lo construyen a partir de impresiones secuenciales, lo que dificulta la comprensión de conceptos espaciales y afecta las interacciones.

Además, Azevedo (2000) enfatiza la importancia de contar con literatura que oriente la promoción de la accesibilidad escolar, como la adaptación de materiales, el posicionamiento adecuado del estudiante, el control de la iluminación, entre otros. El autor sugiere que las prácticas inclusivas, los materiales adecuados y la formación de los profesores son esenciales para garantizar el acceso de los estudiantes con discapacidad visual al conocimiento químico, destacando la importancia de la interacción entre estudiantes con y sin discapacidad.

La inclusión debe ser un eje integrador en la formación de los profesores, no una disciplina aislada, permitiendo que los futuros docentes reflexionen críticamente sobre las limitaciones y posibilidades de la inclusión (C. Duarte, 2021). La autora subraya la necesidad de apoyo institucional, profesionales de soporte y la reevaluación de los espacios de formación de educadores en el contexto inclusivo. Como parte de su propuesta, Duarte creó un blog para futuros profesores, promoviendo el intercambio de experiencias y prácticas sobre la enseñanza de Química para estudiantes con discapacidad visual.

1.3.5. Importancia de la interacción profesor-alumno: mediación, comunicación y participación activa

La interacción entre profesor y alumno desempeña un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que, a través de ella, se construye el conocimiento y se desarrollan habilidades y competencias. Esta relación va más allá de la simple transmisión de información; implica la mediación, la comunicación y la participación activa de los estudiantes, elementos esenciales para el aprendizaje.

Según Molena (2018), el proceso de conceptualización en Química implica la construcción de conceptos científicos, los cuales no se aprenden de forma aislada, sino que se desarrollan a partir de la capacidad del alumno y de actividades estructuradas, mediadas por el profesor. La autora cita a Vygotsky (2001), destacando que esta construcción involucra diversas funciones psicológicas y está mediada por el lenguaje, lo que evidencia la importancia de la comunicación en este proceso.

Molena señala que la comunicación puede representar una barrera en la enseñanza de Química para estudiantes con discapacidad visual, ya que la falta de visión dificulta la comprensión de fenómenos y conceptos científicos. No obstante, la comunicación eficaz depende del intercambio de códigos y de la accesibilidad de la información compartida. Es necesario sustituir los soportes materiales, utilizando estructuras táctiles-auditivas en lugar de recursos audiovisuales o táctil-visuales, que dependen de la visión.

Molena (2018) subraya la importancia de una comunicación eficaz y de la adaptación de las representaciones sensoriales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para lograr una comprensión significativa de los conceptos por parte de estudiantes con discapacidad visual. La autora presenta tres enfoques para las representaciones, que se listan a continuación:

a) Significados Indisociables: la representación mental puede depender de percepciones sensoriales específicas. Los estudiantes con discapacidad visual (DV) pueden tener dificultades con conceptos fuertemente asociados a representaciones visuales, pero pueden superar estas dificultades mediante métodos alternativos.

b) Significados Vinculados: la representación mental no necesita depender exclusivamente del sentido utilizado para registrar el concepto. Los significados asociados a representaciones visuales pueden ser comprendidos a través de otros sentidos, como el tacto y la audición.

c) Significados Sensorialmente No Relacionables: algunos conceptos abstractos, como el átomo, no tienen una correspondencia directa con aspectos sensoriales y pueden resultar más desafiantes para los estudiantes con discapacidad visual.

Lima (2017) relata la participación activa de tres estudiantes ciegos en la adaptación de contenidos educativos, contribuyendo a la creación de materiales accesibles, como modelos en Braille y tridimensionales, ajustados a sus necesidades. La propuesta incentivó la autonomía de los alumnos, promoviendo la interacción con el profesor y los compañeros. Lima destaca que el aprendizaje táctil requiere tiempo y que, al analizar moléculas orgánicas, los estudiantes enfrentaron dificultades para identificar la cadena principal y los radicales. La mediación del profesor es esencial para aclarar dudas y fomentar la construcción conjunta de conceptos científicos.

Marques (2018) sugiere que el desarrollo cognitivo del alumno con discapacidad visual puede ser mediado por la palabra verbalizada. La autora refuerza la idea de que los estudiantes con discapacidad visual tienen un gran potencial intelectual, lo cual debe ser valorado por los docentes.

1.3.6. El uso de enfoques que implican la experimentación y las tecnologías asistivas

La experimentación en la enseñanza de la Química desempeña un papel central en la construcción del conocimiento científico, especialmente para integrar los aspectos macroscópico, submicroscópico y representacional del pensamiento químico, como expresa Oliveira (2020). El enfoque tradicional muchas veces privilegia el uso de la vista, como en la observación de cambios de color o en el manejo de equipos de medición visual. Sin embargo, la adaptación sensorial para incluir otros sentidos, como el tacto, la audición y el olfato, se vuelve esencial para que estos estudiantes puedan acceder plenamente al conocimiento químico.

Oliveira (2020) desarrolló intervenciones pedagógicas contextualizadas sobre funciones orgánicas y cosméticos, utilizando el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para promover la inclusión de estudiantes con discapacidad visual. Guiada por la Teoría Histórico-Cultural, la investigación valoró la autonomía de los alumnos, la mediación del profesor y el uso del lenguaje y signos, destacando el papel de la tecnología asistiva en la promoción de la percepción y la autonomía. La contextualización de los contenidos, junto con la participación activa de los estudiantes, fue esencial para una enseñanza inclusiva y significativa. La investigación demostró que es posible enseñar Química de forma inclusiva, utilizando sentidos como la audición, el tacto y el olfato, y enfatizó la importancia de las tecnologías asistivas, como el pH-metro con salida de voz y la probeta adaptada.

Fernandes (2014) sugiere que la experimentación y el uso de recursos didácticos digitales son estrategias eficaces para incluir a estudiantes ciegos, aunque aún existe escasez de recursos adaptados. Fernandes desarrolló un material didáctico multisensorial con una secuencia didáctica sobre reacciones químicas, combinando un programa computacional accesible con actividades

experimentales, lo cual mejoró el aprendizaje y promovió una integración más efectiva de los estudiantes. Además, propuso mejoras en el modelo molecular y en el software, incluyendo texturización y retroalimentación explicativa, para que fueran más accesibles y atractivos tanto para estudiantes con discapacidad visual como para videntes.

El uso de juegos como herramienta para la inclusión en la enseñanza de la Química ha sido ampliamente aceptado por los estudiantes. La investigación de A. Silva (2014) presenta un juego desarrollado para la enseñanza de estequiometría, que favoreció la interacción práctica, la comprensión de conceptos abstractos mediante materiales táctiles y la cooperación entre los alumnos. Este enfoque puede hacer que las clases sean verdaderamente inclusivas, ya que los juegos resultan atractivos tanto para estudiantes videntes como para no videntes, siempre y cuando se preste la debida atención a las prácticas necesarias para garantizar la equidad entre ellos. A pesar de los resultados positivos, el autor destaca la necesidad de estudios adicionales para perfeccionar la propuesta.

Los juegos y las actividades multisensoriales también son discutidos por Del Sacramento (2021) y F. Silva (2022). Del Sacramento combina juegos con estrategias compensatorias, mientras que F. Silva propone adaptaciones multisensoriales en libros didácticos, incluyendo materiales táctiles, descripciones auditivas y experimentos sensoriales para ampliar la accesibilidad y la participación activa de estos estudiantes.

Del Sacramento (2021) propone tecnologías asistivas y adaptación de materiales como estrategias inclusivas para superar las barreras enfrentadas por estudiantes con discapacidad visual en la enseñanza de las ciencias. Basada en la Teoría del Procesamiento de la Información de Boruchovitch, la autora destaca la importancia de estrategias compensatorias, como el ensayo, la organización y la metacognición, para facilitar el aprendizaje.

Relacionando estas dificultades con el concepto de obstáculo epistemológico de Bachelard, Del Sacramento identifica el predominio de materiales visuales como un desafío para la comprensión de conceptos abstractos. Para mitigar este problema, sugiere juegos, actividades lúdicas y tecnologías que fomenten el aprendizaje táctil y la interacción social. Además, enfatiza la necesidad de adaptaciones curriculares para ajustar los objetivos, contenidos y evaluaciones a la condición de los estudiantes con discapacidad visual.

Los libros también se presentan como aliados en la búsqueda de una enseñanza de la química accesible e innovadora, como en la investigación de C. Santos (2021), quien elaboró el libro paradidáctico *Los otros somos nosotros*, basado en los ejes de Gabriel Kaplún (2003). La obra aborda la radiactividad de forma sensorial y narrativa, buscando promover la autonomía y la inclusión, con literatura de cordel y actividades interdisciplinarias, incluyendo una versión en

audio para estudiantes con discapacidad visual. La autora sugiere investigaciones para evaluar su aplicación.

D. Silva (2019) investiga el uso de la audiodescripción en la enseñanza de conceptos químicos como sustancias simples y compuestas, analizando la estructura del lenguaje y la accesibilidad del material didáctico en formato DAYSI³. El estudio reveló que, aunque el material didáctico analizado es eficaz para presentar conceptos, las descripciones auditivas son insuficientes y pueden generar problemas de interpretación debido a la falta de repertorio simbólico del estudiante. La mediación del docente se destaca como esencial para la apropiación cultural y el desarrollo de la autonomía en la lectura de los libros didácticos. Además, D. Silva discute los avances de la Educación Inclusiva, destacando la implementación de libros didácticos accesibles en Brasil, pero señala fallos en la distribución de materiales digitales, como el formato DAISY en las escuelas.

Martins (2021), por su parte, elaboró un e-book centrado en modelos atómicos para la enseñanza fundamental. Sin embargo, debido a la pandemia, el material fue ajustado sin validación directa con los estudiantes. La autora destaca la importancia de la educación científica en la formación ciudadana, pero reconoce los desafíos en la efectivación de la inclusión escolar.

1.3.7. La Brecha de Conocimiento que Motiva Esta Tesis

Las investigaciones analizadas tienden a centrarse en soluciones inmediatas, enfatizando los sentidos remanentes para suplir la ausencia de la visión en la enseñanza de la Química a estudiantes con discapacidad visual. Reconozco estas soluciones como esenciales para problemas urgentes. Sin embargo, este tipo de enfoque, aunque necesario, revela una carencia de análisis filosóficos y epistemológicos más profundos sobre el tema. Esta tesis propone investigar estos aspectos menos operativos, buscando comprender cómo se construye el conocimiento del lenguaje químico por parte de estos estudiantes, abordando vacíos dejados por estudios anteriores que han seguido otros caminos.

El énfasis en las adaptaciones sensoriales, aunque válido, termina dejando de lado una discusión más profunda sobre cómo el lenguaje químico, con sus especificidades y complejidades, es asimilado por estudiantes con discapacidad visual. El conocimiento químico, además de ser transmitido a través de vías sensoriales alternativas, implica una serie de procesos cognitivos,

³ El formato DAISY (Digital Accessible Information System) es un estándar de libro digital desarrollado para hacer el contenido accesible a las personas con discapacidades visuales o dificultades de lectura, permitiendo una navegación eficiente por capítulos, páginas o secciones, con opciones de audio sincronizado con el texto y compatibilidad con lectores de pantalla.

culturales y lingüísticos que deben ser considerados para una comprensión más completa del tema.

Por lo tanto, esta investigación propone un camino que va más allá de las adaptaciones prácticas, buscando comprender el proceso de construcción del conocimiento químico por parte de estudiantes con discapacidad visual. Esto implica investigar la siguiente cuestión: ¿cómo se apropian estas personas del conocimiento químico? Dada la naturaleza de la investigación, cada respuesta encontrada puede generar nuevos interrogantes, ampliando así el debate sobre el tema.

Con base en la literatura presentada, reconocemos el papel fundamental del lenguaje en el desarrollo de este razonamiento y la importancia de ajustar la mediación pedagógica para atender a las complejidades implicadas. Al abordar estas cuestiones, la investigación busca llenar vacíos relacionados con los matices epistemológicos y filosóficos, esenciales para una comprensión más amplia de este proceso educativo, conscientes de que tales cuestiones no se agotan con esta tesis.

CAPÍTULO 2 - PRINCIPIOS Y ENFOQUE METODOLÓGICO: LA GROUNDED THEORY

Como se ha mencionado, el conocimiento químico no se limita a su transmisión a través de vías sensoriales alternativas; también involucra procesos cognitivos, culturales y lingüísticos que deben ser considerados para una comprensión más profunda del tema. Así, el lenguaje químico, con sus complejidades y abstracciones, puede representar una barrera significativa para el aprendizaje y la inclusión de estudiantes con discapacidad visual.

Por ello, busco investigar a partir de las vivencias de los implicados, de sus desafíos y estrategias de aprendizaje, intentando comprender el proceso de construcción de esos saberes. En este contexto, la Teoría Fundamentada en los Datos (TFD) se revela como un enfoque metodológico adecuado, ya que, según Ribeiro (2014), nos permite dirigir nuestra atención hacia una investigación en que la teoría y práctica se interconectan, se complementan, se aclaran y se justifican mutuamente, formando una unidad cohesionada.

La estructura de esta metodología, también conocida como Teoría Fundamentada (TF) o Grounded Theory (GT) —términos que se utilizarán como sinónimos a lo largo de la tesis—, permite que los datos emergentes de la investigación guíen el desarrollo de teorías, en lugar de imponer categorías preestablecidas, posibilitando la generación de categorías conceptuales a partir de la evidencia empírica, sin necesidad de una estructura teórica rígida previa.

Este aspecto es fundamental, ya que la experiencia de los estudiantes con discapacidad visual es única y puede no alinearse con las perspectivas tradicionales de la educación química. Al adoptar esta metodología, buscamos captar las sutilezas de las interacciones de estos alumnos con el lenguaje químico, permitiendo que sus voces y experiencias orienten la construcción del conocimiento.

2.1 A Grounded Theory: teorizando a partir de los datos

Como argumentan Glaser y Strauss (2006), en la Teoría Fundamentada en los Datos, el descubrimiento teórico no se basa en la precisión absoluta de hechos aislados, sino en la abstracción conceptual que emerge del análisis comparativo de los datos. Así, aunque ciertos aspectos de la experiencia de los estudiantes puedan variar según el contexto, los conceptos generados siguen siendo relevantes para comprender los procesos implicados en la apropiación del lenguaje químico.

Además, estos conceptos pueden ser continuamente refinados y resignificados, acompañando el desarrollo de investigaciones teóricas y metodológicas en el área. De este modo, en lugar de buscar una representación fija de la realidad, la Teoría Fundamentada permite captar las dinámicas subyacentes al aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual, ofreciendo subsidios para intervenciones pedagógicas más eficaces e inclusivas.

La Teoría Fundamentada en los Datos (GT), según Glaser y Strauss, es un método de análisis comparativo que tiene como objetivo generar teoría a partir del análisis de datos (Tarozzi, 2011). Aunque su definición original enfatiza un conjunto estructurado de procedimientos, interpretaciones contemporáneas, como la de Charmaz, la describen como una “constelación de métodos”. Insertada en la investigación cualitativa, la GT busca construir constructos teóricos que expliquen acciones en el contexto estudiado, explorando procesos sociales en desarrollo a través de hipótesis interconectadas e integrando enfoques inductivos y deductivos (Cassiani et al., 1996).

Aunque se basa en datos empíricos y no en un cuerpo teórico previo, la GT puede incorporar otras teorías para ampliar la comprensión del fenómeno. De naturaleza inductiva, su construcción ocurre gradualmente a partir de la recolección de datos, mientras que la deducción se utiliza para desarrollar directrices conceptuales e hipótesis. Según Strauss y Corbin (1990), sus procedimientos tienen como objetivo identificar, desarrollar y relacionar conceptos (Cassiani y col., 1996).

De acuerdo con estos autores, las fases propuestas incluyen: recolección de datos empíricos, aplicación de procedimientos de codificación o análisis de los datos; codificación abierta, seguida de codificación axial para la formación y desarrollo de conceptos; codificación selectiva para la modificación e integración de los conceptos, culminando en la delimitación de la teoría.

Kathy Charmaz (2009) explica que la Teoría Fundamentada fue desarrollada por Glaser y Strauss (1965, 1967) en un contexto donde predominaban los métodos cuantitativos en la sociología estadounidense, con el paradigma positivista como dominante. Este escenario reforzaba la búsqueda de explicaciones causales, predicciones y conocimiento verificable, relegando la investigación cualitativa a un segundo plano. En respuesta, Glaser y Strauss desafiaron esta hegemonía metodológica, defendiendo que el análisis cualitativo debía tener una lógica propia y generar teoría, proporcionando explicaciones abstractas sobre procesos sociales.

La Teoría Fundamentada en los Datos, según Glaser y Strauss, debe atender a criterios como ajuste adecuado a los datos, utilidad, densidad conceptual y poder explicativo (Glaser; Glaser y Strauss apud Charmaz, 2009). Los autores defendían postergar la revisión bibliográfica para evitar que los conceptos previos influyeran en la interpretación de los datos (Charmaz, 2009). Aunque inicialmente contraria al positivismo, la teoría incorporó elementos de dicho enfoque:

Glaser priorizó la lógica y sistematicidad, mientras que Strauss, influenciado por el interaccionismo simbólico, destacó el papel del lenguaje en la construcción de significados. La teoría se formalizó en estudios sobre la muerte e influyó en diversas disciplinas, con Glaser manteniendo la generación de teorías sin categorías previas, mientras que Strauss y Corbin introdujeron nuevos procedimientos, acercando la teoría a la verificación (Charmaz, 2009).

Charmaz destaca que a partir de la década de 1990 el paradigma positivista comenzó a ser cuestionado en las ciencias sociales, dando paso a un enfoque que ve al investigador como co-constructor de la realidad. En este contexto, surgieron investigadoras como Adele Clarke y Kathy Charmaz, que revalorizaron la Teoría Fundamentada incorporando perspectivas sociales y aplicaciones prácticas. La teoría fue ampliamente adaptada en diversas áreas debido a su flexibilidad y legitimidad metodológica, alejándose del positivismo en su aplicación (Charmaz, 2009).

La autora afirma que las directrices básicas —como la codificación, la redacción de memorandos y el muestreo— pueden utilizarse para el desarrollo teórico. Estas directrices describen las etapas de la investigación, además de ofrecer una guía para el proceso. Corresponde a los investigadores adoptarlas y, si es necesario, adaptarlas. También señala que los métodos comparativos son, en muchos sentidos, neutros, aunque la forma en que son utilizados y los supuestos que los guían no lo son.

Charmaz (2009), basándose en Bryant (2002) y Clarke (2003, 2005), defiende el uso de las directrices de la Grounded Theory con enfoques metodológicos del siglo XXI. Propone una interpretación constructivista de la GT que acepta parcialmente el relativismo del conocimiento y la realidad plural (Tarozzi, 2011). Según Tarozzi, la GT constructivista enfatiza que el conocimiento es una construcción recíproca entre el investigador y los participantes, enfocándose en los significados más que en los hechos, promoviendo una comprensión interpretativa. Aunque utiliza estrategias originales de la GT, se distancia de los principios positivistas.

Charmaz (2009) llama la atención sobre el hecho de que Glaser y Strauss invitaron a los lectores a utilizar las estrategias de la teoría fundamentada de forma flexible, adaptándolas a sus modos y necesidades. La autora propone un retorno a la “énfasis original de la GT en el análisis de procesos”, centrando el estudio en la acción de crear comprensiones interpretativas abstractas de los datos (p. 24), y propone un modo de hacer basado en principios y prácticas, no en recetas cerradas. Sus concepciones son tenidas en cuenta en esta tesis.

Un aspecto esencial para considerar se refiere a la importancia de la escritura en la GT. Más que un método, es parte inseparable de lo que ella propone. Es a través de la escritura —ya sea en diarios de campo, memorandos analíticos, notas reflexivas o en el manuscrito final— que el investigador elabora y refina su pensamiento. Es en el acto de escribir donde se conectan

categorías, se hacen inferencias, se interroga a los participantes, al contexto y a uno mismo; se reflexiona sobre la investigación y se teoriza. En palabras de Charmaz: “escribir es un proceso social” (CHARMAZ, 2009, p. 235).

Para garantizar la validez de las categorías emergentes y mitigar posibles sesgos, el análisis se llevó a cabo de forma iterativa, siguiendo los principios de la GT, con constante comparación entre datos y categorías. La triangulación de datos —a través de diversas fuentes y perspectivas— y la validación con los participantes garantizaron que las interpretaciones reflejaran genuinamente sus experiencias (Charmaz, 2009). Además, se adoptó una postura reflexiva para reconocer y minimizar los sesgos del investigador, asegurando que las categorías emergieran de forma orgánica y no estuvieran influenciadas por teorías preexistentes (Glaser y Strauss, 2006). La constante revisión de los datos y el uso de memorandos analíticos ayudaron a fortalecer la solidez y validez de los hallazgos.

2.2 El Contexto de la Investigación

La investigación cualitativa entiende la ciencia como un campo de conocimiento construido a partir de interacciones sociales dentro de un contexto sociocultural (Mól, 2017). Para este estudio, se eligió la Teoría Fundamentada en los Datos, ya que se centra en comprender los significados de los fenómenos desde la experiencia de los participantes, sin imponer categorías a priori y con una inmersión profunda en la realidad investigada. Según Charmaz (2009, p. 24), la Teoría Fundamentada "sirve como un modo de aprender sobre los mundos que estudiamos y como un método para desarrollar teorías que nos ayuden a comprenderlos".

La Teoría Fundamentada, por lo tanto, confiere al método ciertas características esenciales: la necesidad de inmersión en el campo para comprender la realidad de los individuos, la evolución constante de las experiencias tanto de los investigadores como de los participantes, el papel activo de los sujetos en la construcción de la realidad mediante la interacción simbólica, y el énfasis en el cambio, la variabilidad y la complejidad de las experiencias, donde los significados y percepciones de los individuos están estrechamente ligados a sus acciones.

El proceso de construcción de la teoría implicó un enfoque sistemático, con la recolección de datos empíricos a partir de transcripciones de clases grabadas en audio, anotaciones en un diario de campo y entrevistas semiestructuradas. El análisis de los datos siguió tres etapas secuenciales: codificación abierta, para identificar categorías emergentes y patrones significativos; codificación axial, para articular y desarrollar las categorías; y codificación

selectiva, que integró y refinó los conceptos centrales. La escritura y reescritura de memorandos fue una práctica constante durante todo el proceso investigativo.

El enfoque iterativo adoptado permitió una revisión continua de las interpretaciones a medida que surgían nuevos datos, asegurando que las conclusiones fueran siempre pertinentes, profundas y alineadas con las realidades vividas por los participantes. Esto resultó en la construcción de una teoría sólida, fundamentada en la experiencia empírica y en las realidades observadas.

Los datos fueron contruidos a través de una inmersión en la Asociación Jequieense de Ciegos (AJECE), una institución que atiende a aproximadamente 200 afiliados de Jequié y municipios cercanos. AJECE ofrece, entre otros servicios, habilitación, rehabilitación y apoyo pedagógico a estudiantes con discapacidad visual matriculados en la red regular de enseñanza en diferentes niveles escolares. Considerando la relevancia de esta institución para la comunidad de personas con discapacidad visual en la región, sus actividades serán descritas y analizadas con mayor detalle en un apartado específico.

2.2.1 Procedimientos e Instrumentos para la Obtención de los Datos

Los datos fueron obtenidos por medio de diferentes instrumentos, incluyendo notas de campo (registros diarios de las clases), grabaciones y transcripciones de clases y entrevistas realizadas con los estudiantes y con la cofundadora de la institución, planes de clase, recursos didácticos utilizados, además de observaciones escritas y detalladas realizadas al final de cada clase o, cuando fue posible, durante su realización. Tras una lectura minuciosa de los datos, se procedió a su codificación y análisis, según los procedimientos descritos por Cassiani et al. (1996). Este proceso permitió construir las principales categorías analíticas, así como esclarecer dudas relacionadas con aspectos previamente observados.

2.2.2 Acercamiento a la Investigación con Narrativas

La Teoría Fundamentada (o GT) demuestra compatibilidad con el uso de narrativas como recurso metodológico, un método ampliamente consolidado en la investigación cualitativa. Las investigaciones narrativas ofrecieron contribuciones consistentes a la construcción de esta tesis, fortaleciendo sus bases metodológicas e interpretativas.

Según Delory (apud Souza y Cabral, 2015, p. 150), la narrativa se construye a partir de partes seleccionadas, asumiendo un papel activo en la representación de lo narrado. De esta manera, la narrativa trasciende el simple relato, configurándose como una forma de expresión que revela cómo los sujetos perciben, interpretan y experimentan el mundo que los rodea (Souza y Cabral, 2015, p. 150).

2.2.3 Sobre las Entrevistas

Para las entrevistas se utilizaron preguntas amplias, abiertas y no estandarizadas, con el objetivo de obtener las palabras de los participantes sobre sus descripciones de las situaciones, permitiendo la elucidación de detalles (Charmaz, 2009; Cassiani y col., 1996). Se formularon preguntas adicionales a lo largo de la entrevista, conforme esta se desarrollaba, ya que en la Teoría Fundamentada la entrevista es una conversación dirigida (Lofland, 1984, 1985, apud Charmaz, 2009) que, cuando es intensiva, permite un examen minucioso de temas específicos.

Como entrevistadora, pedí a los participantes que describieran y reflexionaran sobre sus experiencias, prestando atención plena a sus respuestas para estimular un diálogo rico y detallado (Cassiani, 1996; Charmaz, 2009). En el Cuadro 1, a continuación, se presentan las principales fases de una entrevista narrativa (Sousa; Cabral, 2015, p. 154), en conformidad con los principios metodológicos adoptados en este estudio.

Cuadro 1. Fases Principales de la Entrevista Narrativa

Fase	Reglas
Preparación	Exploración del campo (lectura de documentos, notas, relatos, etc.); formulación de preguntas exmanentes (aquellas que reflejan las intenciones del investigador, sus formulaciones y lenguaje. Las preguntas exmanentes se distinguen de las imanentes —temas, tópicos y relatos de hechos que surgen durante la narración—).
1 Inicio	Formulación del tema inicial para la narración; uso de ayudas visuales (dispositivos de memoria como fotografías, objetos, imágenes y otros).
2 Narración central	No interrumpir; solo se permite el estímulo no verbal para continuar la narración; esperar señales de cierre (coda).
3 Fase de preguntas	Solo está permitido preguntar “¿Y qué pasó entonces?”; no dar opiniones ni hacer preguntas sobre actitudes; no discutir contradicciones; evitar preguntas del tipo “¿por qué?”.
4 Discurso conclusivo	Detener la grabación; se permiten preguntas del tipo “¿por qué?”; hacer anotaciones inmediatamente después de la entrevista.

Fuente: Fases principais da Entrevista Narrativa (Jovchelovitch; Bauer, 2010, p. 97 apud Sousa e Cabral, 2015).

Las transcripciones de las entrevistas fueron realizadas de manera minuciosa, línea por línea, con especial atención a los significados implícitos y a las reglas tácitas expresadas por los participantes. El enfoque de la Teoría Fundamentada en los Datos (TFD), según Charmaz (2009), valora las definiciones de los propios participantes sobre los términos, situaciones y eventos, buscando explorar tanto las exposiciones explícitas como los significados subyacentes.

En este proceso, estuve atenta no solo a las expresiones verbales, como los “ajá” y “¿verdad?” (Charmaz, 2009, p. 55), sino también a las largas pausas, cuestionando cómo estas podrían reflejar el esfuerzo de los participantes por encontrar la palabra o expresión adecuada. Para ello, recurrí a técnicas del análisis de contenido (AC) (Bardin, 2011), que resultaron fundamentales para la interpretación y construcción de los datos.

2.2.4 Métodos de análisis

El Análisis de Contenido (AC) es ampliamente utilizado en la investigación cualitativa y comprende un conjunto de técnicas orientadas a la búsqueda de sentidos en el material analizado (Bardin, 2011; Campos, 2004). Se refiere al estudio del contenido de las figuras de lenguaje, las reticencias, entrelíneas, además del contenido manifiesto (Campos, 2004). Como destaca Bardin (apud Campos, 2004, p. 612), "la intención es la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción (o, eventualmente, de recepción), inferencia que ocurre a partir de indicadores cuantitativos o no".

El contenido manifiesto fue el punto de partida para el análisis, buscando que los resultados reflejaran los objetivos de la investigación y fueran fundamentados en los indicios manifiestos presentes en el contenido de las comunicaciones, tal como recomienda Campos (2004). De esta forma, los datos fueron analizados considerando los significados atribuidos por los sujetos de la investigación.

De acuerdo con Campos (ibidem), la creatividad y la intuición del investigador no deben sacrificarse por la formalidad, ni deben volverse tan subjetivas que impongan sus propias ideas y valores. Destaca la importancia de la inferencia en el Análisis de Contenido, afirmando que "producir inferencias sobre el texto objetivo es la razón de ser del análisis de contenido" (p. 613). Estas inferencias establecen vínculos entre los datos, representados teóricamente, y resultan en información que va más allá de las simples descripciones (Campos, 2004).

El AC, por lo tanto, se alinea con los principios de la Teoría Fundamentada, con la diferencia de que la GT no permite la formulación de categorías a priori. Las etapas del AC son similares a las de la GT, comenzando con una preexploración del material o lecturas iniciales, con el objetivo de seleccionar el corpus a ser analizado. Este proceso proporciona al investigador una visión amplia, aunque preliminar, de las “pistas e indicios no obvios” (Campos, 2004, p. 613), a partir de los cuales se seleccionan las unidades de análisis, basadas en las cuestiones de investigación a ser abordadas.

A lo largo del proceso, hay un movimiento constante entre los objetivos, las teorías y las intuiciones del investigador, lo que lleva al surgimiento de las unidades de análisis a ser

categorizadas. La categorización, por lo tanto, constituye una operación de clasificación de los elementos del conjunto, realizada mediante diferenciaciones y reagrupamientos.

En este proceso de categorización no a priori, las categorías emergen del contexto de las respuestas de los sujetos de la investigación, exigiendo del investigador una constante interacción entre el material analizado y las teorías de base, sin perder de vista el objetivo de la investigación. Así, el AC culmina con movimientos de recomposición y la configuración final de las categorías y subcategorías. Es importante señalar que el AC es un medio, no debe confundirse con la finalidad, como nos alerta Campos (*ibidem*).

En este punto, algunas teorías pueden ofrecer orientación inicial al trabajo; sin embargo, el investigador debe evitar alejarse del uso de sus propios recursos mentales e intuitivos, que con frecuencia trascienden las cuestiones planteadas y son indispensables para el análisis (Campos, 2004). De esta forma, es posible conectar datos y teorías de manera abductiva, realizando inferencias que van más allá de la observación directa y considerando explicaciones alternativas.

A partir de las lecturas flotantes de los datos, extraje ideas centrales, destacando párrafos o bloques de ideas y prestando atención a las cuestiones que surgían entre líneas. Para ello, utilicé marcadores de texto de colores variados, alternándolos siempre que fuera necesario, a fin de evitar repeticiones en bloques consecutivos. Además, adjunté anotaciones en papeles de colores (*post-its*), fijados sobre las partes del texto a las que se referían (ver figura 2, abajo).

Estas anotaciones contenían ideas resultantes de la lectura del fragmento correspondiente, que podrían originar categorías o subcategorías de análisis. Este sistema de colores y marcaciones funcionó como una estrategia visual para resaltar las ideas. Como afirma Campos (2004), la marcación de las unidades de análisis con señales o símbolos que permitan su reagrupamiento posterior es una elección individual del investigador, y debe hacerse de acuerdo con lo que sea más adecuado para el análisis.

Figura 1: Ideas destacadas en nota de Campo



Fuente: Autoral. Iniciando: análisis para levantamiento de categorías en una de las notas de campo.

Las ideas centrales fueron agrupadas en cuadros para establecer vínculos y permitir inferencias. Los memorandos, entendidos como anotaciones analíticas preliminares y provisionales, reconstruyeron la historia de los datos y destacaron códigos que se convirtieron en categorías teóricas (Charmaz, 2009). Estos memorandos capturan pensamientos, comparaciones y conexiones del investigador, funcionando como una "conversación consigo mismo" (p. 107) para interpretar los datos. Aunque son libres y fluidos, y no necesitan ser publicados, ayudan a explicar y completar las categorías (Charmaz, 2009).

No todos los memorandos escritos durante esta investigación están disponibles, ya que funcionan como un recurso personal del investigador para interpretar los datos y desarrollar el pensamiento, sirviendo como borradores de ideas. Sin embargo, he puesto a disposición algunos ejemplos para que los interesados puedan comprender esta práctica, inherente a la Grounded Theory (GT), pero que, con frecuencia, presenta desafíos para el investigador principiante debido a la escasez de orientaciones sobre cómo realizarla. Esta, de hecho, fue una de las dificultades que enfrenté a lo largo de mi investigación.

Así, la investigación fue organizada de acuerdo con las experiencias y habilidades de las que disponía, combinando estrategias metodológicas provenientes del análisis de contenido y de la investigación con narrativas, cuyas técnicas se alinean con los supuestos de la teoría fundamentada en los datos, como se expondrá más adelante. Tales aportes teóricos y la justificación para su utilización en esta tesis serán detallados en los párrafos siguientes. Teniendo en cuenta los supuestos mencionados y la necesidad de presentar a los participantes de la investigación, hago las honras de presentarlos en el siguiente apartado.

Los datos brutos están organizados en secciones en el apéndice, incluyendo guiones y planes de clase con sus respectivas observaciones, cuadros elaborados a partir de los datos y fotos de las actividades realizadas en la AJECE. Esta organización tiene como objetivo facilitar el acceso a la información y proporcionar una visión detallada del desarrollo de las actividades y análisis realizados a lo largo de la investigación, permitiendo al lector seguir de manera más clara los procesos e instrumentos utilizados para la recolección e interpretación de los datos.

2.2.5 Los participantes de la investigación

2.2.5.1 El profesor de química

El profesor de química, licenciado y con más de diez años de experiencia docente, comenzó sus clases para estudiantes con discapacidad visual en el año 2016 en la AJECE como profesor voluntario. Durante las clases, adaptó actividades prácticas del currículo de la asociación para la enseñanza de la química, aprendiendo gradualmente a interactuar con los estudiantes y a contextualizar el contenido.

2.2.5.2 Estudiantes de la AJECE

Grupos de estudiantes que participaron en las clases de química en la AJECE, con edades entre 17 y 80 años y niveles de escolaridad que varían desde educación primaria incompleta hasta el tercer año de educación secundaria, todos con algún grado de discapacidad visual, ya sea baja visión o ceguera. Muchos estaban motivados por la búsqueda de objetivos, como aprobar exámenes de ingreso a la universidad, el Enem⁴ o finalizar la educación básica mediante el curso de aceleración (CPA)⁵. Sin embargo, también había estudiantes que asistían a las clases simplemente porque estaban disponibles en ese horario, ya que algunos permanecían en la AJECE durante el día. En 2020, debido a la pandemia de COVID-19, las clases presenciales fueron interrumpidas, pero mantuvimos el contacto a través de WhatsApp. Estos estudiantes serán presentados de forma más detallada a lo largo de la tesis.

2.2.5.3 Investigadora y profesora: miradas y perspectivas

Con más de 20 años de experiencia docente, pero sin ninguna vivencia previa en la enseñanza de química a estudiantes con discapacidad visual, comencé en la AJECE como

⁴ El Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) es un examen aplicado en Brasil por el Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, dependiente del Ministério da Educação, utilizado principalmente como mecanismo de acceso a la educación superior.

⁵ El CPA (Curso de Preparación para la Aceleración) está dirigido a jóvenes y adultos que, por algún motivo, quedaron fuera de la escuela o no siguieron el ritmo de aprendizaje esperado. El curso busca prepararlos para avanzar en las etapas educativas de manera acelerada, sin comprometer la calidad del aprendizaje.

observadora y asistente. En 2028, asumí la docencia tras la salida del profesor voluntario para cursar una Maestría, asegurando la continuidad del curso y el aprendizaje de los estudiantes.

La decisión de asumir el liderazgo del grupo implicó asumir múltiples responsabilidades docentes, como la selección del contenido, los enfoques pedagógicos, los métodos de evaluación, además de la búsqueda de recursos que permitieran abordar las especificidades de los estudiantes con discapacidad visual. Para ello, era consciente de que sería necesario enfrentar dilemas y, posiblemente, revisar conceptos y prácticas pedagógicas.

Esta decisión fue motivada tanto por el crecimiento personal como profesional, además de la oportunidad de formar futuros profesores de química para la enseñanza inclusiva. Como investigadora, mantenía una mirada analítica sobre las clases, evaluando los recursos, las interacciones y la participación de los estudiantes. En el rol de docente, sin embargo, además de la observación crítica, comencé a reflexionar sobre mis propias elecciones pedagógicas.

La AJECE no se configuraba como una escuela de educación regular, con asignaturas, tiempos y plazos escolares definidos (Cerqueira; Ferreira, 2012). No existía un programa de química con contenido preestablecido, ni una metodología ni recursos metodológicos organizados. En otras palabras, no había —y aún no hay— un currículo formalmente definido para la enseñanza de la química en la AJECE. Inicialmente, la libertad para tomar decisiones parecía ventajosa, pero, por otro lado, aumentaba considerablemente el desafío. En este contexto, surgía el dilema: ¿qué enseñar y cómo enseñar?

La selección de contenido es una de las funciones del profesor, ya sea responsable de una clase de estudiantes con discapacidad visual o no. Para ello, el docente debe reflexionar sobre su público objetivo, los objetivos del grupo y la propuesta curricular ofrecida por la institución. Cuanto más heterogéneo sea el grupo, mayor será el desafío del docente para tomar decisiones adecuadas. En el caso de este grupo, además de la discapacidad visual, también existían diferencias relacionadas con la edad y los niveles educativos.

Así, puedo afirmar que al asumir el rol de profesora de este grupo de estudiantes, mi mirada como investigadora adquirió nuevas perspectivas. Además de reflexionar sobre el fenómeno en cuestión, comencé a interactuar con él, considerando los dilemas que frecuentemente acompañan el ejercicio docente. De esta manera, asumir la docencia en ese grupo de química representó un paso fundamental en el enfrentamiento del desafío. Al fin y al cabo, en el ejercicio de su función, corresponde al profesor reflexionar sobre su grupo de estudiantes, planificar sus clases y tomar las decisiones pedagógicas más adecuadas para la enseñanza.

Este aspecto es relevante en la investigación cualitativa, especialmente en la teoría fundamentada, debido al rol del investigador. Adoptamos aquí la perspectiva de que la investigación no es neutral, como argumenta Charmaz:

Ni el observador ni el observado llegan a la situación de investigación sin haber sido influenciados por el mundo. Los investigadores y los participantes hacen suposiciones sobre lo que es verdadero, poseen reservas de conocimiento, ocupan posiciones sociales y persiguen objetivos que influyen en sus respectivas opiniones y acciones en presencia del otro (Charmaz, 2009, p. 32).

Aun con esa influencia, como destaca la autora, corresponde al investigador ser reflexivo sobre lo que lo lleva al escenario de investigación, lo que percibe y cómo lo percibe. Los datos son contruidos, ya sea a través de entrevistas, notas de campo u otras fuentes como documentos históricos. Los intereses de investigación y los conceptos del investigador proporcionan las ideas iniciales a ser investigadas, conceptos que Blumer (Charmaz, 2009) describe como "conceptos sensibilizadores", utilizados como punto de partida para la investigación. Estos conceptos son herramientas provisionales y pueden descartarse si se revelan irrelevantes.

Así me constituí profesora de ese grupo de estudiantes, permaneciendo también como investigadora. Aunque la posición del investigador implica una no neutralidad, fue a través de esta experiencia que pude comprender una realidad que, sin ella, no habría alcanzado. Si, en nombre de una neutralidad imposible, hubiera renunciado a esa vivencia, no habría adquirido las percepciones que hoy poseo, y los resultados de esta investigación serían distintos.

En el próximo subtópico, presento los procedimientos adoptados para la construcción de las categorías analíticas, mediante fragmentos que llamé “historias de investigación (Hp)”, los cuales ilustran el proceso. Presento partes del dato bruto, recursos utilizados para visualizar el contenido implícito en los datos, y fragmentos de algunos de los muchos memorandos que escribí, los cuales reflejan mi “conversación conmigo misma” sobre los temas pertinentes.

2.2.6 Historias de investigación: Caminos analíticos y construcción de sentidos

La elección del título de este apartado refleja uno de los dilemas enfrentados durante la elaboración de esta tesis: ¿cómo presentar el proceso metodológico de manera clara? Decidí narrar esta trayectoria a partir de las pequeñas partes que constituyen el camino metodológico relacionado con el tratamiento y análisis de los datos, que en la GT (Teoría Fundamentada) ocurre en un constante vaivén entre los datos y el análisis, en un proceso dinámico e iterativo de reescritura, es decir, que se repite varias veces, en un proceso de perfeccionamiento continuo.

Las “historias” se presentan sin un orden cronológico rígido, ya que las anotaciones y los constantes retornos hacen que este tipo de investigación no siga un camino lineal. Este apartado tiene la función de ejemplificar el proceso analítico, retratando una fase inicial de la investigación. Por esta razón, opté por organizarlo como parte de los aspectos metodológicos de la tesis. Así, procuro describir detalladamente los métodos que fueron empleados, evidenciando cómo el análisis cualitativo de los datos permitió la construcción progresiva de la teoría fundamentada.

Los fragmentos seleccionados fueron escogidos por su valor simbólico, representando momentos cruciales para la investigación. Estos pasajes ilustran cómo se llevó a cabo el proceso de codificación abierta, a partir de la identificación de conceptos clave en los datos, así como las reflexiones que surgieron durante la escritura de memorandos analíticos. Marcaron situaciones que impactaron no solo mi percepción sobre mi papel como docente e investigadora, sino que también reforzaron la idea de que los estudiantes son protagonistas del proceso de aprendizaje. Además, reflejan la necesidad de estar atenta a las cuestiones propias de la química, mostrando cómo los datos obtenidos dialogan directamente con el campo epistemológico de la investigación.

Las historias de la 1 a la 4 detallan procedimientos iniciales en la construcción de las categorías de análisis, como el agrupamiento de códigos y la identificación de patrones en las narrativas de los estudiantes. Estos procedimientos ilustran la transición de la codificación abierta a la axial, en la que los datos comienzan a organizarse en torno a ejes temáticos y relaciones más amplias. A partir de la quinta historia (ya en el capítulo 3), estos detalles dejan de presentarse, pues considero que el objetivo de explicar la elaboración de las categorías ya se ha alcanzado. En esta etapa, el foco recae sobre el inicio de la codificación selectiva, en la que las categorías más significativas pasan a estar conectadas con las preguntas centrales de la investigación, orientando el proceso de teorización.

Es importante destacar que las historias de investigación, en esta etapa, marcan el inicio de la construcción de las categorías que serán perfeccionadas a lo largo del trabajo, siendo constantemente (re)escritas. Cada historia conduce a la discusión hasta que las ideas puedan ser presentadas de forma más completa en el capítulo siguiente, incluyendo la teorización de los constructos más relevantes para responder a la pregunta central de la investigación. Así, las historias no solo retratan momentos emblemáticos, sino que también ilustran cómo se aplicaron los ciclos analíticos de la TFD para construir conocimiento de manera sistemática y fundamentada.

Este formato también permite una reflexión sobre las interacciones entre los diversos roles desempeñados por los sujetos de la investigación. Como señalan Sousa y Cabral:

Una historia está compuesta por una red de eventos, intenciones, acciones y vivencias y, en este contexto, los personajes representan y experimentan

situaciones en movimiento en las cuales se transforman. Desde esta perspectiva, hay acción y reacción de los sujetos involucrados en la construcción de la narrativa (Souza y Cabral, 2015, p. 150).

A continuación, en el Cuadro 4 se presenta una síntesis de las principales categorías identificadas hasta el momento de la redacción de estas historias. Cabe destacar que dichas categorías fueron desarrolladas a lo largo de la investigación, algunas de ellas incorporadas a otras en discusiones más amplias. El Cuadro 2, a continuación, ilustra y sintetiza la metodología empleada en toda la tesis.

Cuadro 2: Síntesis de las categorías analíticas provenientes de las Hp iniciales.

De las anotaciones	Categoría
¿Qué química enseñar?	Cuestión curricular: Contenidos y Contextos de Enseñanza de la Química
Diferencias en el aula: franja etaria y nivel educativo	
¿Cómo ocurre la apropiación del conocimiento? ¿Depende de cómo se enseña?	Procesos de Aprendizaje y Metodologías de Enseñanza
El triángulo profesor/investigador-estudiante en su contexto-química y enseñanza de la química	Relaciones Interactivas en la Enseñanza de la Química
La praxis docente	
Las caras de la química	Epistemología de la Química
Importancia del apoyo familiar e institucional	Involucra políticas Públicas
(Auto) Aceptación	Identidad e Inclusión
Representatividad	
Pertenencia	
Participación	
Autonomía	

Fuente: Elaboración propia.

Llamo la atención sobre el hecho de que, en este apartado, se relataron solo algunas historias de investigación con el fin de ejemplificar el proceso de (re)escritura continua. Sin embargo, toda la tesis fue desarrollada con base en esta misma metodología. Es importante destacar que, en la Teoría Fundamentada (TF), la investigación se desarrolla en etapas continuas e interconectadas, que abarcan desde las primeras lecturas y la redacción de memorandos hasta el refinamiento del texto final, culminando en la construcción de los aportes teóricos propuestos. Cada una de estas fases implica métodos, técnicas y procedimientos específicos, indispensables para alcanzar un nivel de refinamiento que permita la construcción de una teoría fundamentada

en los datos recolectados (Charmaz, 2009). A continuación, presento las historias de investigación.

2.2.6.1 Historia 1: Dilemas preliminares

El desafío de enseñar química a estudiantes con discapacidad visual, sin la orientación de un currículo predefinido ni metodologías específicas, trajo consigo numerosas dudas e interrogantes. Con cada intento de responder a estas inquietudes, surgían nuevas preguntas (frecuentemente más complejas). En este proceso continuo de construcción y reconstrucción, cuestiones fundamentales sobre la naturaleza de la ciencia a enseñar pasaron a ocupar un lugar central en la investigación.

Una de las primeras preguntas, común entre muchos docentes principiantes, fue: ¿cómo enseñar química a estos estudiantes? La práctica docente habitual, fuertemente anclada en el uso de la visión, tuvo que ser reconfigurada. Para ello, busqué apoyo en investigaciones publicadas en revistas científicas, actas de congresos, tesis y disertaciones, en un intento de identificar estrategias que pudieran ser adaptadas a la enseñanza de química para estudiantes con discapacidad visual.

Aun así, algunas preguntas permanecieron sin respuestas claras. Destaco, entre ellas: ¿Por qué enseñar determinado contenido? ¿Es posible enseñar un contenido específico sin recurrir a la visión? ¿Qué conocimientos previos poseen estos estudiantes? ¿Cómo perciben el mundo? ¿Cómo entienden los fenómenos químicos? ¿Realmente los comprenden? ¿Qué concepciones tienen sobre la química?

Esa ausencia de respuestas me llevó a reflexionar que, antes de decidir qué y cómo enseñar, sería necesario comprender cómo aprenden estos estudiantes, qué los motiva a aprender y cuáles son sus intereses. Además, sería esencial reflexionar sobre qué es, en realidad, lo que la química tiene para ofrecer como ciencia, dado que busca, en esencia, arrojar luz sobre aspectos del mundo que son, por naturaleza, invisibles a los ojos humanos (Cerqueira y Santos, 2017).

Desde esta perspectiva filosófica, surgieron otras preguntas: ¿Cómo puede enseñarse la química? ¿Qué lenguaje es este y cómo puede ser aprendido por personas con discapacidad visual? ¿Qué aspectos son fundamentales para el aprendizaje del conocimiento químico y de sus representaciones por parte de estos estudiantes?

Partí del principio de que la química podía ser aprendida por ellos, pero la pregunta persistía: ¿qué se necesita para que ese lenguaje pueda ser asimilado por personas con discapacidad visual? Fue al sumergirme en la epistemología de la química que comencé a percibir que las respuestas podían encontrarse en la propia ciencia.

En una de las notas de campo que realicé al inicio de las clases en la AJECE, escribí sobre las primeras impresiones, así como sobre las dudas y expectativas que tenía respecto a la enseñanza para ese grupo de estudiantes. En un momento determinado, expuse mis dilemas sobre qué contenido enseñar, entre otras cuestiones. He aquí el fragmento:

Uno de los dilemas que he enfrentado al enseñar química a este grupo de estudiantes ha sido: ¿qué debo enseñar? ¿Qué química es esta que debo enseñar a estos estudiantes con discapacidad visual, algunos completamente ciegos, otros con un grado avanzado de baja visión? Todos diferentes, como diferentes somos todos nosotros, pero en distintas etapas de la vida, con historias diversas, ¡incluso algunos nunca han estudiado química - en su vida! (Nota de campo, Cerqueira, 2017).

El fragmento anterior fue resaltado con un marcador de texto naranja, y sobre él coloqué algunas notas adhesivas (ver figura 1, apéndice) del mismo color, que contenían las siguientes observaciones destacadas en el Cuadro 3 Hp.1 a continuación:

Cuadro 3. Hp.1 - Post its destacados

¡Algunos ni siquiera estudiaron química en toda su vida! Algunos de estos estudiantes nunca tuvieron una clase de química antes.	En diferentes etapas de la vida: - ¿Qué quiso decir? Me refiero a diferentes rangos de edad y niveles educativos.
Peculiaridade dos alunos: def. visual. Em diferentes níveis: - Baja visión - Cegos	Enfrentando dilemas: - O que devo ensinar? -Que química é essa a ser ensinada; -Alunos com def. visual.
Enfrentando dilemas: - O que devo ensinar? -Que química é essa a ser ensinada; -Alunos com def. visual.	

Fonte: Autoria própria/ Nota de Campo.

A partir de las anotaciones mencionadas anteriormente, se escribió un pequeño 'memorando', con el objetivo de enfocarse en los aspectos destacados:

Memo 1. Escritos iniciales

“Al notar que en el grupo todos son diferentes, no pude dejar de considerar que en cualquier grupo de estudiantes, incluso aquellos formados por estudiantes sin ninguna discapacidad, todos son diferentes. De hecho, “diferentes somos todos nosotros”. Un aula nunca es uniforme, y las diferencias deben ser respetadas, nunca menospreciadas. Incluso, algunas diferencias pueden potenciar o dificultar el aprendizaje. Depende mucho también de cómo se conduce este proceso” (Memorando preliminar, Cerqueira, 2017).

Subrayé la última parte y añadí una nota en un post-it:

“Un desafío sobre la investigación que pretendo realizar: ¿Puede el aprendizaje variar según el método de enseñanza? ¿En este caso, el aprendizaje que posiblemente detecte será pertinente al proceso que implementé? ¿Y si lo hubiera hecho de otra manera?” (Nota sobre el memorando, Cerqueira, 2017).”

Este fragmento destaca una cuestión que considero importante para quienes desarrollan investigaciones dirigidas a entender cómo ocurre el aprendizaje de un determinado contenido, que era mi objetivo inicial: comprender cómo los estudiantes con discapacidad visual se apropian del conocimiento químico. Sin embargo, ¿eso no dependería de cómo enseño? Un antiguo profesor solía decir que “*el cómo* es una cuestión de ingeniería”, lo que para mí indicó que el problema de la investigación debía ser más claramente definido.

2.2.6.2 Historia 2: percibiendo interrelaciones

Una historia más originada a partir de la misma nota de campo que dio origen al fragmento de la historia anterior. Esta vez, abordé la importancia de la experiencia en la AJECE, según la percepción de ese momento. El fragmento de la nota dice:

Esta ha sido una oportunidad maravillosa de aprendizajes, sobre todo para mí como profesora, pero también como persona. He revisado conceptos, tanto 'químicos', como sobre 'educación química', así como de orden personal, que iré relatando con el tiempo.

Así como ocurrió con la Hp 1, el fragmento anterior fue destacado, esta vez con marcador verde, y sobre él se pegaron post-its del mismo color con anotaciones mostradas en el Cuadro 4. Hp. 2:

Cuadro 4. Hp.2 - Post-its en destaque

Maravillosa oportunidad de aprender como profesora y como persona; Revisión de conceptos sobre: - Química* - Educación química* - Orden personal. (*Mi papel como profesora)	Revisión de conceptos químicos
---	--------------------------------

Fuente: Autoría propia/ Nota de campo

A partir de las anotaciones mencionadas en el cuadro anterior, escribí el siguiente memorando:

Memo 2. Oportunidad de aprender

“Como profesora y como persona tuve la maravillosa oportunidad de aprender. Pude revisar algunos conceptos, tanto sobre educación química, como de orden personal.” (Memorando, Cerqueira, 2017).

Subrayé la parte final y me cuestioné sobre qué conceptos personales tuve la oportunidad de revisar. En relación con los conceptos químicos y la educación química, me pregunté: ¿qué podría ofrecerme la epistemología de la química en esta discusión? ¿Serían estos indicios de la posibilidad de investigar los aspectos epistemológicos de la química? ¿El camino para encontrar respuestas estaría indicado en la propia pregunta? En ese caso, ¿cuál sería mi lugar como profesora e investigadora? ¿Habría conflicto en este doble papel? Y en este momento percibo que tengo tres puntos fundamentales que se interrelacionan: uno de ellos se refiere a la praxis y a los dilemas del ser profesor y del ser investigador; el otro tiene en cuenta al estudiante y su contexto; el tercero (no necesariamente en este orden), es la propia química y su enseñanza. Y, a pesar de la extensión del texto (refiriéndome al 'memorando' anterior), que contiene ideas aparentemente obvias o irrelevantes, el ejercicio de la escritura comienza a arrojar luz sobre aquellos aspectos que al principio yacían en las sombras. La percepción relatada anteriormente se configuró posteriormente en otros aprendizajes. A partir de la producción y análisis de nuevos datos, lo que incluye muchos otros memorandos como estos aquí expuestos, entendí que los tres vértices de este triángulo - profesor/pesquisador, alumnos y contexto, química y su enseñanza - serían elementos inseparables en esta investigación. A partir de este punto, aprendería más tarde con Nacarato (2018) que ‘el investigador, para escribir la historia del otro, debe comenzar escribiendo su propia historia’, y que:

[...] no se trata de una simple escritura de memorial, sino de una historia entrelazada con la de los participantes de la investigación, trayendo indicios de cómo el objeto de investigación está relacionado con la trayectoria del investigador, y cómo es su proceso de (trans)formación durante el recorrido de realización del trabajo (Nacarato, 2018, p.332).

2.2.6.3 Historia 3: Los rostros de la química

Para escribir esta historia, presento otro fragmento de mis conjeturas (Memo 3). Del siguiente párrafo, fragmento del diario de campo, extraje las anotaciones presentadas en el siguiente cuadro (Cuadro 5. Hp.3):

Memo 3. Caras de la Química

"Recordé a un autor (DeVos) que estudié durante la maestría, él hablaba sobre las 'caras de la química': la cara de la tecnología, la del arte y la de la magia. Para él, enseñar química a partir de una de estas caras podría ser más productivo que dejarla restringida a la química del laboratorio. Esto me hizo pensar: ¿qué otras caras tendría la química? ¿Y cuál de ellas podría enseñar a mis estudiantes ciegos?"
Entonces pensé en trabajar a partir de sus 'sensaciones', después de todo, son ellas las que les permiten percibir el mundo, y también a los videntes. Si entienden que la química puede explicarlas, podrían comprender la importancia de esta ciencia en nuestras vidas."

Cuadro 5. Hp.3 – Post-its destacados

"Las caras de la química (De Vos)" Tecnología Arte Magia	Buscando una de las caras de la química (otra posible)
Eligiendo trabajar a partir de las "sensaciones".	¿Qué cara podría enseñarse a mis alumnos ciegos?
Enseñando lo que "está detrás" de las sensaciones (la química presente)	

Fuente: Autoría propia / anotaciones presentes en un rincón del diario de a bordo.

Buscando desarrollar las ideas presentes en los escritos mencionados, elaboré un memorando (Memo 4):

Memo 4. Otras caras de la Química.

"La química podría tener otras caras, además de las abordadas por DeVos? ¿Cuál de ellas podría enseñar a mis estudiantes con discapacidad visual? ¿Sería provechoso enseñarles sobre la química de las sensaciones, sobre lo que hay detrás de estas sensaciones? Supongo que esto podría mostrarles la importancia de la química para nuestras vidas, además de facilitar la comprensión del contenido específico.
Hay algo que vengo notando, y es que más allá de la elección del contenido y la metodología y/o los recursos de enseñanza, necesito interrogar la propia química como ciencia. ¿Qué hay para ser enseñado y por qué enseñar? La respuesta no es inmediata, por lo que sigo eligiendo el contenido e intentando encontrar medios para hacerlo comprensible. Al mismo tiempo que sigo investigando los principios epistemológicos de la química, especialmente, de la enseñanza de la química.
¿Si ella tiene otras caras? – Tal vez. Espero que al final haya reunido argumentos suficientes para responder a esta y otras preguntas que van surgiendo a lo largo del camino."

Es posible notar, en más de un memorando, su importancia en la elaboración del razonamiento. Los temas centrales extraídos del diario de a bordo, o de una entrevista, son capaces de conducir al investigador, mediante sus narrativas, a concatenar ideas que no estaban aparentes. En el texto anterior, al cuestionar sobre lo que hay para ser enseñado en la química o a partir de ella, pude notar que lo que está en juego es la propia ciencia química, su naturaleza, su papel en la vida de las personas, de manera que justifique su enseñanza.

De esta forma, comprendo que la química debe estar en el centro de la investigación. No me refiero al contenido meramente, sino a las cuestiones epistémicas que le dan sustento como ciencia y como objeto de enseñanza. Entonces, podemos afirmar que, ocupando el espacio central de esta investigación, tenemos tres elementos interrelacionados: los estudiantes con su protagonismo, la epistemología de la enseñanza de la química, el papel docente/pesquisador, como conductora de la grounded theory. Teniendo, como veremos más adelante, el lenguaje como integrador. La figura 2. Hp3, a continuación, muestra una ilustración para esta relación.

Figura 2. Hp3. Elementos centrales de esta investigación



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.4 Historia 4: Pérdida, dolor y superación

En las conversaciones en el aula, así como en las entrevistas, sobre todo para aquellos que no nacieron ciegos, se repiten historias de dolor y pérdida; y de acoso escolar, lo cual es común para todos. Pero también hay, en la vida de cada uno, historias de superación, y no son pocas.

Como ya se mencionó, de las transcripciones de las entrevistas, después de una exhaustiva lectura, se destacaron, utilizando los métodos ya descritos anteriormente, los fragmentos considerados esenciales. Se escribieron memorandos sucesivos, buscando sacar a la luz las historias de los participantes. De sus relatos, se extrajeron historias como la de Waldomiro⁶: *“Muy difícil, ¿sabes! (silencio por unos instantes) Una persona que tenía una visión normal, ¿verdad?, perder la visión así... no es nada fácil, no...”*, dice Waldomiro con voz levemente entrecortada.

Más adelante, Waldomiro repite: *“[...] pero... muy difícil de verdad... no es fácil perder la visión... tienes que aferrarte a Dios... y (silencio) y al apoyo de la familia, ¿sabes?! Si no tienes ese apoyo...”*

Las palabras de Waldomiro enfatizan lo difícil que fue perder la visión. Esta afirmación es recurrente en su entrevista y también aparece en las palabras de los demás que pasaron por una experiencia similar, como Luzia, quien dice que *“al principio fue difícil la aceptación...”*.

El periodo de aislamiento también es algo que ambos mencionan. Hablan de la dificultad para salir de casa, ya que les faltaba el deseo de hacerlo. Luzia menciona la vergüenza que sentía al recibir personas en su casa, incluso llegaba a esconderse de aquellos que iban a visitarla. Ella cuenta: - ... *“yo no recibía, mandaba decir que no estaba en casa.”*

Sobre esta parte de las entrevistas, destacé (Cuadro 6. Hp4):

Cuadro 6. Hp 4. Destacados

Lo difícil que es la pérdida de la visión	No quería salir de casa	La no aceptación
La vergüenza	No querer recibir a las personas	La importancia del apoyo de la familia"

Fuente: Autoría propia / Entrevistas.

En ambos casos, queda clara la importancia del apoyo, inicialmente de la familia y luego de AJECE.

⁶ Todos los nombres utilizados en el texto son ficticios.

Waldomiro estaba prometido cuando se quedó ciego. Según él, la gente le preguntaba a la joven: “- *¿Vas a quedarte con este hombre? ¿Está ciego?*” Y él cuenta: “- *Ella dijo que sí, que no había problema en eso.*” Y permaneció unos instantes en silencio, pareciendo pensativo. Waldomiro está casado hasta hoy. Su esposa lo apoya, de hecho, fue ella quien lo llevó por primera vez a AJECE, y luego muchas otras veces; al igual que su cuñada y su cuñado, cuando su esposa (de quien habla con cariño) no podía hacerlo.

La primera persona que le habló a Waldomiro sobre AJECE fue un conocido suyo con discapacidad visual. Pero Waldomiro no creía que la institución pudiera ayudarlo. Él decía: “- *Amigo, ¿qué voy a hacer en AJECE? ¿Qué va a aprender un ciego?*” Relata Waldomiro soltando una risa al final. “*No fui*”, dice él.

Lo que llevó a Waldomiro a AJECE fue la exigencia de un documento que certificara su discapacidad ante el sector de transporte público, con el fin de obtener el vale de transporte. Necesitaba el vale para viajar gratis en autobús y, sin ese documento, emitido por la asociación, no tendría acceso a ese beneficio. Así que, sin alternativa, Waldomiro fue con su esposa a AJECE. Él cuenta:

Cuando llegué allí con mi esposa, me encontré con Luzi y la hermana Sara. La hermana Sara me llevó a ver cómo era... Yo, todo tímido, no salía a ningún lado. ...Luzi me explicó que era bueno estudiar... y entonces arreglamos el pase⁷... y me habló de AJECE. Me interesé por ir. Luego, Lola me llevaba en autobús o, si no podía llevarme, mi cuñado, el hermano de ella que vive en la misma calle, me llevaba en bicicleta (Waldomiro, 2020)

Una vez más, es posible notar la importancia del apoyo al discapacitado, ya sea de la familia o de la institución. A partir de AJECE, Waldomiro comenzó a estudiar, aprendió a caminar solo por la calle (sobre esto cuento más adelante) y dice: “- *Hoy me pregunto: ¿por qué no fui antes?*” “- [...] *Allí conocí personas, hice muchas amistades.*”

Y sobre su propia evolución, dice:

- Para quien era antes, para hoy, creo que fue un gran avance, ¿no? Estoy allí dedicándome a aprender Braille, tomando clases de informática, ¿verdad?

“La única cosa que no quise fue jugar al fútbol, hermana, porque cuando tenía visión ya recibí muchos golpes.” “[...], pero en cuestión de estudiar... ¡me gusta! ¡Me gusta estudiar! Tengo una gran voluntad de aprender, ¿entiendes? (Waldomiro, 2020)

⁷ Pase: vale de transporte. En este caso, el vale de transporte está destinado a las personas con discapacidad, para que puedan utilizar el transporte colectivo de manera gratuita, de acuerdo con la Ley n° 1758, del 26 de diciembre de 2007.

Waldomiro resalta AJECE y a todos los profesionales que allí trabajan. Habla sobre la importancia de la institución y recuerda que en ese día la institución está celebrando 27 años. Y afirma:

“Porque la persona ya tiene un problema difícil, ¿no? Que es la pérdida de la visión; y cuando llega allí no ve esa dedicación, ese amor, ¿no? El cariño que ellos tienen por todos allá... entonces el alumno tiene esa, tiene esa fuerza de voluntad, ¿no? Para dedicarse y aprender.”

La declaración de Waldomiro demuestra que la persona con discapacidad visual tiene capacidades que deben ser desarrolladas y, para ello, el apoyo de la familia es esencial, y de las instituciones, indispensable para su (re) inserción social.

Al igual que Waldomiro, Luzia no quería salir de casa, necesitó un tiempo para aceptar su condición de persona con discapacidad visual, período que llamó “viudez”, porque se asemejaba a un luto. Y solo entonces, decidió salir de casa en busca de AJECE para ayudarla a enfrentar la nueva situación.

Ella ya sabía de la existencia de la institución, porque en el pasado solía tomar el autobús para ir al trabajo todos los días y a la misma hora encontraba a una joven ciega que viajaba en autobús sola. Ella se quedaba perpleja: “¿Cómo una persona ciega puede viajar sola!” Inspirada por el recuerdo de esa joven mujer, Luzia fue a buscar su propia autonomía. Ella relata:

[...]- Cuando pasó esa fase de viudez, que empecé a aceptarme... entonces, lo primero que pedí fue que quería ir a AJECE. Para aprender... adaptarme, algunas cosas y tal. [...] Fui toda tímida.

[...]- AJECE fue un puerto seguro, una puerta de Dios que se abrió para mí. Fue a partir de allí que mis horizontes se abrieron.

[...]- En esta pandemia, siento mucha falta de AJECE, del personal de allí, de los profesores y compañeros (Luzia, 2020).

Luzia también menciona la dedicación con la que los profesionales de AJECE desempeñan su trabajo, y lo bien que eso la hizo sentir. Habla con entusiasmo sobre cómo los nuevos estudiantes son recibidos por sus compañeros y afirma que: “*Con la fuerza que recibí de ellos, logré seguir adelante.*”

Al principio fue difícil la aceptación, pero 3 años después me matriculé en AJECE. Allí conocí personas que tenían la misma discapacidad que yo... y ahí... vi que no estaba... que no estaba sola en este mundo (lo dice con voz ligeramente entrecortada). Gracias a Dios, hoy me acepto... conocí personas que me apoyaron... que me dieron fuerzas... conocí compañeros, profesores... (silencio) (Luzia, 2020).

De esta parte de la entrevista destaqué (Hp. 4.1):

Cuadro 7. Hp 4.1 Otros Destacados

Aceptación	Representatividad
Importancia del apoyo de la institución AJECE, de los profesores, asistentes y voluntarios, así como de los compañeros que entienden su problema por también haber vivido algo similar.	Pertenencia

Fuente: Autoría propia/ Entrevistas.

Aceptar parece ser el primer paso para la superación; sentir que no se es la única persona con el problema, que existen otros que han aprendido a lidiar con la dificultad y formar parte de ese grupo y de un grupo más grande del cual también participan las personas videntes. Después de todo, una de las atribuciones de AJECE es contribuir a la inserción social de la persona con discapacidad visual.

Observamos que es beneficioso para la persona ciega conocer y convivir con personas con la misma discapacidad, como se vio anteriormente, pero debo resaltar que esta afirmación no debe dar pie a que se piense que las personas con discapacidad visual no puedan o no deban ser incluidas en escuelas regulares o en otros ambientes donde también convivan con videntes. Por el contrario, cada historia contada aquí remite a la necesidad de que el individuo, como ser social que es, esté activo socialmente. Involucrado en tareas que lo ayuden a superar sus dificultades, expandir sus horizontes y sus capacidades, pudiendo contribuir al colectivo. Este es, de hecho, uno de los grandes desafíos de AJECE en la lucha por la inclusión.

En el capítulo 3, a continuación, la organización de las historias busca ofrecer una presentación más continua y refinada, después de haber pasado por las codificaciones axial y selectiva, avanzando hacia la fase de teorización. Este formato tiene como objetivo conferir mayor fluidez a la narrativa, haciéndola menos monótona y más coherente. Además, ejemplifica cómo el proceso de análisis iterativo contribuye a la generación de teorías fundamentadas en los datos.

CAPÍTULO 3 - HISTORIAS Y DIÁLOGOS QUÍMICOS EN AJECE

3.1 Trayectorias, Desafíos y Logros: Los Estudiantes de Química en AJECE

En este apartado, presento las clases de estudiantes que participaron en las clases de química en AJECE desde su creación en 2016. Cada estudiante contribuyó a la construcción de los conocimientos que aquí se presentan. Aunque todas las clases fueron importantes, el enfoque de la investigación se centra en los grupos de 2017, 2018 y 2019. A lo largo del texto, destaco transcripciones de las intervenciones de los estudiantes con el fin de dinamizar la lectura y dar voz a los participantes. Cabe resaltar que los nombres de los estudiantes fueron modificados para garantizar la preservación de su identidad.

Desde la creación del curso en 2016, diversas clases pasaron por las lecciones de química en AJECE. Algunos estudiantes permanecieron hasta el final del curso, mientras que otros no, por diversos motivos. En 2020, debido a la pandemia de Covid-19, las clases presenciales fueron suspendidas, pero mantuvimos contacto a través de WhatsApp.

Los estudiantes de AJECE, con edades que varían entre 17 y 80 años y niveles de escolaridad que van desde la primaria incompleta hasta el tercer año de secundaria, tienen en común la presencia de algún nivel de discapacidad visual, ya sea baja visión o ceguera. La mayoría de los estudiantes se matriculó con el objetivo de realizar el examen de admisión, el Enem o finalizar la educación básica a través del Curso de Aceleración (CPA). Sin embargo, también hubo estudiantes que asistieron a las clases porque tenían tiempo libre, ya que en algunos días de la semana permanecen en AJECE durante todo el día. Ellos comentaron que disfrutaban de las clases y del ambiente, sintiéndose motivados a aprender algo nuevo.

La primera clase de química se creó en el segundo semestre de 2016, con seis estudiantes: Tânia y Abílio, ambos ciegos, en el rango de edad de los 20 años. Abílio fue aprobado en el examen de admisión para Biología y dejó las clases al año siguiente. Waldir, un hombre de 80 años, ciego desde su juventud, y Waldomiro, de unos 50 años, también ciego desde su juventud, estaban en la clase con el objetivo de finalizar la secundaria a través del CPA. Lúcia y Cândida, con baja visión, en los rangos de edad de 40 y 50 años, respectivamente, asistían a las clases de manera esporádica.

Tânia ya había terminado la secundaria y demostró ser una estudiante activa y excelente. Soñaba con estudiar periodismo, después de haber abandonado la idea de estudiar física, motivada por la experiencia de un amigo ciego que enfrentó dificultades en ese campo. Tânia comentó que su mayor dificultad era comprender la química orgánica, especialmente en relación con las

cadenas carbónicas y la nomenclatura de compuestos. Ella mencionó que no lograba visualizar cómo eran esas cadenas ni comprender los enlaces y estructuras moleculares involucradas. Creppe (2009) sugiere que el uso de modelos táctiles podría ayudar en este proceso de aprendizaje.

Cândida, con baja visión en un ojo y ceguera en el otro, fue diagnosticada con pérdida gradual de la visión. Siempre se mostró activa y participativa en las clases, a pesar de no haber completado la primaria. Sus contribuciones a menudo relacionaban las discusiones en clase con sus experiencias de vida.

Waldir, a los 80 años y con una vasta experiencia de vida, fue uno de los estudiantes más participativos desde el inicio del curso. Su contribución fue fundamental para la comprensión de otros compañeros, y él estaba decidido a terminar la secundaria a través del CPA. Sin embargo, debido a problemas de salud, tuvo que alejarse de las clases en 2019, posponiendo nuevamente su sueño de terminar sus estudios. A pesar de la ceguera, Waldir siempre demostró una gran independencia, realizando sus actividades diarias de manera autónoma.

Waldomiro, inicialmente tímido y con dificultades para aprender química, ganó confianza con el tiempo y se convirtió en uno de los estudiantes más participativos. En 2018, aprobó la asignatura de química del CPA con una calificación de 8,5 (la calificación máxima que se puede obtener es 10,0) y continuó asistiendo a las clases hasta la interrupción causada por la pandemia. Su gusto por el estudio se refleja en sus palabras: [...] *“Estoy dedicándome a aprender Braille, estoy tomando clases de informática, ¿verdad? [...] ¡Me gusta estudiar! Tengo así, esas ganas de aprender, ¿entiendes?”* (Fragmento de la entrevista, 2020).

En 2017, permanecieron Tânia, Waldir y Waldomiro. Sin embargo, otras estudiantes también se unieron al grupo. Manoela, de 19 años, con baja visión y el bachillerato concluido, tenía como objetivo aprobar el examen de admisión a la universidad. Excelente estudiante, ayudaba tanto a sus compañeros como a los profesores siempre que era necesario. Manoela fue aprobada en el curso de Pedagogía en una universidad pública en 2018 y, por ello, no regresó a nuestras clases en 2019.

Lara, una estudiante de 17 años del tercer año de secundaria en una escuela regular, es ciega desde la infancia. Estudiaba en una escuela privada de prestigio en la ciudad, donde siempre mantuvo buenas calificaciones, destacándose especialmente en matemáticas. Sin embargo, comentó que no le gustaba la química, ya que sentía que el profesor no le prestaba la atención necesaria, lo que dificultaba su comprensión del contenido. Lara contó que, en una ocasión, escribió en una hoja de papel: “¡Profesor, mírame!” y la levantó bien alto, con la intención de llamar su atención. Era común que el profesor se dirigiera a los compañeros como intermediarios, sin establecer contacto directo con ella. Como argumenta Costa (2016), es esencial que el profesor cambie su conciencia y sea sensible a la voz del alumno.

Lara también se quejó de las clases de laboratorio, ya que, según ella, se quedaba “sentada en el banquito, completamente excluida de las actividades”. Cuando el profesor presentó el material de vidrio usado en el laboratorio, no pudo integrarlo, incluso después de que ella preguntara: “¿Es de vidrio, profesor?”. Él se limitó a responder: “- Sí, lo es”, sin colocar el recipiente en sus manos para que pudiera tocarlo. Esta actitud desconsideró la experiencia de vida de la estudiante y su participación en el ‘mundo de la vida’, donde los significados son contruidos.

Lara fue aprobada en el examen de admisión en 2017, para el curso de Sistemas de Información en una universidad pública. Siempre tuvo interés por la tecnología y llegó a hacer mantenimiento en las computadoras de los profesores y amigos de AJECE. Con la aprobación, no regresó a nuestras clases de química.

Lara, de 19 años, aún no había terminado la primaria y no estaba estudiando, según ella misma relató, debido a los problemas de visión y el consiguiente historial de depresión. La inestabilidad emocional, a menudo asociada con la pérdida de la visión, puede afectar significativamente la vida personal y académica del individuo, como se observa en Creppe (2009). Este desafío emocional se refleja frecuentemente en las actividades cotidianas, como en el contexto educativo, donde la falta de apoyo emocional puede generar dificultades académicas e incluso la deserción escolar.

Lara, amiga de Lara, tiene baja visión. Pasó por una cirugía en los ojos, pero hubo rechazo, lo que empeoró su situación. Actualmente, está esperando ansiosamente su tercer trasplante de córnea, diciendo: “¡Estoy esperando mi tercera córnea! ¡Espero que no tarde mucho!” La espera por otro trasplante representa un periodo de gran ansiedad e incertidumbre para Lara, afectando de manera significativa su calidad de vida y sus perspectivas futuras.

Lara es atleta, al igual que sus amigas Manoela y Lara. Practican un deporte para personas con discapacidad visual – el goalball⁸. Participan en campeonatos y ya han viajado bastante representando a AJECE. Han ganado muchas medallas y trofeos. Las tres son muy amigas, pero, a diferencia de sus compañeras, Lara parecía más resistente a la idea de regresar a una clase regular, y relató haber sufrido bullying en la escuela:

“¡Estudiar fue muy complicado! Hay mucho prejuicio, especialmente en la etapa de la famosa adolescencia. Sufrí mucho por eso [...] lamentablemente tuve que interrumpir mis estudios debido a la depresión. Me enfermé mucho y me sentía triste cada día al ir al colegio y ser tan humillada.” (Fragmento de la entrevista, 2020)

⁸ El goalball es una modalidad paralímpica, desarrollada exclusivamente para personas con discapacidad visual.

Con la salida de sus amigas, aprobadas en el examen de admisión, Iara no regresó más a las clases. Pero, recientemente, en nuestra conversación por WhatsApp, reveló su deseo de retomar los estudios: *“Siempre he sacado buenas notas y soy muy curiosa, siempre quiero estar bien informada, todo quiero saber cómo es y cómo funciona.”* Ella se ríe y añade: *“¡El año que viene quiero volver a estudiar y sé que lo voy a lograr sin problema!”* (Fragmento de la entrevista, 2020).

En 2018, Waldomiro y Waldir continuaron, mientras nuevas estudiantes se unieron al grupo. Meire, en sus 30 años y con baja visión, no había completado la secundaria, alegando que inicialmente tuvo problemas emocionales, seguidos de dificultades de visión que resultaron en depresión, un relato recurrente entre los miembros de este grupo. Era una estudiante muy participativa, demostrando facilidad para aprender los contenidos. Comenzó las clases en 2019, pero pronto tuvo que alejarse por licencia de maternidad, después del nacimiento de su segundo hijo.

Ivana, de 18 años y con baja visión, había terminado la secundaria y afirmó no tener interés en presentar el examen de admisión, ya que no encontraba una “profesión” que le agradara o en la cual se sintiera capaz de desempeñarse. Reveló su sueño de ser policía, pero, como dijo, “sabía que no iba a funcionar”, ya que se consideraba “muy miedosa”. Inicialmente reservada, fue poco a poco volviéndose más participativa.

Luzia, que tiene baja visión y está “caminando hacia la ceguera total”, como ella misma describió, todavía estaba aprendiendo a lidiar con sus emociones, que eran inestables debido a la no aceptación de su propia ceguera. Contó que le llevó algunos años tomar la decisión de salir de casa y buscar ayuda en AJECE. Antes de perder la visión, había terminado el curso técnico en magisterio, donde tuvo contacto con la química de manera bastante introductoria. Comenzó las clases con nosotros para ocupar su tiempo libre en ese horario, pero terminó “tomando gusto” por la materia y comentó que aprendió mucho:

Al principio no tenía la intención de asistir a clases de química. Fui porque tenía un horario libre. Pero terminé tomando gusto [...] aprendí mucho más aquí, en las clases de química en la AJECE, que en la escuela cuando aún podía ver (Fragmento de la entrevista, 2020).

En 2019, comenzamos con cinco estudiantes bastante constantes: Waldir, Waldomiro, Ivana, Luzia y Meire, quien, después de algunos meses, entró en licencia de maternidad, como ya se mencionó. Waldir también se alejó debido a problemas de salud. Quedaron Waldomiro, quien ya había aprobado el examen del curso de aceleración, pero seguía asistiendo a las clases como una actividad que le gustaba, para “mantener la mente ocupada”; Ivana y Luzia, quienes estaban

allí sin la intención de estudiar para el examen de admisión. Así, continuamos con un grupo de tres estudiantes, sin ningún objetivo inmediato de aprobación en los exámenes. Esta situación nos permitió elegir contenidos y explorar metodologías innovadoras, sin la presión de notas o programas, pero trabajando como un equipo para encontrar mejores alternativas para enseñar y aprender química.

Los estudiantes parecían felices con la posibilidad de contribuir a la enseñanza de personas con dificultades similares a las suyas. Las clases se convirtieron en espacios de convivencia y aprendizaje. Una estudiante, por ejemplo, relató sentirse más inteligente, ya que estaba aprendiendo temas que no había aprendido en la escuela, cuando "aún veía". La convivencia, la participación, las actividades y la comunicación fueron los motores de un nuevo aprendizaje, donde el uso del lenguaje involucraba la habilidad de manejar los sentidos que este provocaba, funcionando como un juego de lenguaje.

Todos los estudiantes, con excepción de Lara, compartieron un historial de pérdida gradual de la visión, lo que trajo consigo una serie de problemas adicionales. Como quedó claro en las entrevistas, muchos de ellos enfrentaron pérdidas sucesivas en sus vidas, como divorcios, la muerte de seres queridos o pérdidas económicas, lo que resultó, con frecuencia, en angustia y depresión. Luzia, por ejemplo, reveló: *"Me separé y, dos años después, perdí la vista. Ahí... fue una pérdida tras otra. Todo sentimiento de pérdida es un duelo, ¿no es cierto?"* (Fragmento de la entrevista, 2020).

Durante la pandemia, un estudiante de AJECE se suicidó. Aunque no era estudiante de nuestras clases de química, su muerte afectó a todos, especialmente por ser una persona querida y muy comunicativa. Este evento llamó mi atención, ya que, en los relatos de algunos estudiantes, se mencionó que, en algún momento de sus vidas, consideraron el suicidio al lidiar con los trastornos causados por la pérdida de la visión. Afortunadamente, estos estudiantes descubrieron que *"la vida no terminó allí"* (expresión utilizada por uno de los estudiantes al relatar su historia).

En una de nuestras clases, Cândida trajo a su hermana, Magnólia. Magnólia estaba en un estado de tristeza profunda y hablaba de poner fin a su propia vida, según los relatos de su hermana. Había perdido a su hijo, policía, víctima de asesinato. Poco tiempo después, descubrió que también estaba perdiendo la visión. Cândida la trajo a AJECE para ayudarla a lidiar con la ceguera y para que pudiera conocer a personas que pudieran apoyarla en ese momento difícil. Cândida creía que las clases de química podrían ser una oportunidad para que Magnólia aprendiera y "ocupase la mente", pero, lamentablemente, Magnólia no regresó.

Este hecho generó una serie de interrogantes en mi mente, que se intensificaron con el tiempo: ¿quiénes eran estos estudiantes que cruzaron mi camino en AJECE, con actitudes tan intrigantes y motivaciones que parecían escapar de lo esperado? Con edades que varían de 17 a

80 años y objetivos tan diversos — muchos no buscaban preparación para exámenes de ingreso, ENEM u otros exámenes, y algunos ni siquiera estaban matriculados en la red regular de enseñanza — ¿por qué estaban allí estudiando química?

Surgieron otras preguntas: ¿la institucionalización de la enseñanza de química, al alejarse de los estudiantes no videntes, podría haber llevado a la pérdida de elementos importantes para el aprendizaje y la discusión sobre esta ciencia? Por ejemplo, ¿el enfoque en lo visual habría dejado de lado otras percepciones, empobreciendo la enseñanza de la química al hacerla más superficial? ¿La abstracción conceptual, característica de esta ciencia, podría estar haciéndola aún más distante de los estudiantes, acostumbrados a una simplificación visual? ¿Estaría el enfoque en lo visible creando un obstáculo epistemológico y pedagógico, como sugiere Bachelard (2013)?

Para entender el fenómeno que permitió la formación de este grupo peculiar de estudiantes, decidí dar un paso atrás y analizar más atentamente el contexto a su alrededor. ¿Qué institución era esta que posibilitaba la existencia de grupos de estudiantes tan diversos? Comprendí que, al investigar la enseñanza de química para personas con discapacidad visual en este contexto, no podría dejar de considerar el escenario de AJECE, ya que, de lo contrario, se podrían pasar por alto información crucial.

Buscando conocer mejor las características de esta institución, me puse en contacto con la cofundadora, señora Deise⁹, y le pedí que relatara un poco sobre la historia de AJECE, destacando los aspectos que consideraba esenciales para comprender la institución, así como los motivos y cuestiones que llevaron a su creación. La entrevista se realizó por WhatsApp, los audios fueron transcritos y las ideas centrales fueron organizadas en formato narrativo, tras la codificación de los datos según los supuestos de la Teoría Fundamentada en los Datos (Grounded Theory – GT) (Cuadro 1 – apéndice).

La GT es una metodología adecuada para investigar temas con el objetivo de emerger los procesos subyacentes a las afirmaciones de los participantes o a los fenómenos observados (Tarozzi, 2011). A partir del trabajo realizado en las clases de química, surgió la necesidad de conocer mejor esa institución. De la entrevista con su cofundadora, emergieron informaciones sobre los procesos que influyeron en la creación de la AJECE, su funcionamiento y directrices, lo que ayudó a explicar gran parte de las cuestiones planteadas anteriormente.

Los relatos de Deise fueron codificados de acuerdo con los temas tratados (Cuadro 1 – apéndice). Informaciones sobre la AJECE, como la fecha de fundación, el público objetivo, las actividades propuestas, el apoyo financiero recibido, los tipos de atención prestados, la existencia de los núcleos y el apoyo de personalidades locales y de la prensa, fueron organizadas como

⁹ Resaltando que se trata de un nombre ficticio.

información general. Estas informaciones nos proporcionan una comprensión más profunda sobre el funcionamiento de la institución.

Otros códigos clasifican las situaciones relacionadas con la historia previa de la cofundadora, anteriores a la creación de la AJECE, pero que están estrechamente relacionadas con su fundación. Son ellos:

1. Las limitaciones sociales impuestas a las personas con discapacidad;
2. El desconocimiento de las personas sobre las capacidades de los ciegos y el prejuicio recurrente;
3. La no aceptación de la persona con discapacidad;
4. El bullying;
5. La rabia por no poder interactuar con otros niños y adolescentes; el deseo de mejorar la propia vida y la de otros deficientes visuales;
6. La importancia de 'estudiar para alcanzar la independencia financiera y para la implementación de la AJECE';
7. La colaboración con el otro cofundador, Cláudio Manoel, el matrimonio y el hijo; historia de vida entrelazada con la AJECE.

Los siguientes códigos se refieren al período de implementación de la AJECE:

1. La importancia de la movilización y el compromiso en la búsqueda de apoyo de los poderes públicos y otros sectores de la sociedad;
2. La importancia del trabajo del cofundador enseñando Braille y del apoyo recibido de la municipalidad y personalidades locales para el inicio de la AJECE;
3. El papel de los profesores de la AJECE;
4. El ciego no era aceptado en la escuela regular;
5. Falta de conocimiento de los profesores de la educación regular respecto al deficiente visual.
6. Finalmente, los códigos referentes a los logros derivados de la AJECE: respeto al deficiente; otros logros; superación; el orgullo y la gratitud.

Como se discutirá más adelante, la historia de la AJECE está intrínsecamente ligada a las historias de vida de sus fundadores y asociados. Comprender los procesos involucrados en la construcción de esta institución es fundamental para entender los aspectos dinámicos presentes en la constitución de esa clase de química. Desafíos similares unieron a estas personas, creando un sistema de afrontamiento que tuvo el poder de empoderarlas. Las clases de química

representaron una parte de este enfrentamiento, convirtiéndose, para los alumnos, en un espacio de convivencia, aprendizaje, valorización personal y reconocimiento del otro.

3.2 Un espacio de enseñanza más allá de lo escolar

La AJECE no es una institución escolar convencional con un currículo compuesto por asignaturas que cumplen los mismos parámetros legales que las escuelas regulares. Sin embargo, esto no significa que AJECE no tenga un currículo organizado. La institución ofrece una variedad de actividades de forma sistemática a sus asociados, desempeñando un papel crucial en la educación de personas con discapacidad visual, adaptada a sus necesidades específicas. Una institución como esta contribuye al proceso de inclusión social de personas con discapacidad visual, funcionando, de acuerdo con el MEC, como un apoyo a la escuela regular (BRASIL, 2015).

Esta característica plantea cuestiones sobre la definición y los límites de lo que consideramos una "institución escolar" o un "espacio de educación no formal" y cómo instituciones como AJECE pueden complementar e incluso superar los modelos tradicionales de enseñanza en términos de inclusión y desarrollo personal. AJECE actúa de forma significativa en la inclusión y el desarrollo de estas personas, ofreciendo procesos educativos fuera del sistema escolar oficial.

Según Jacobucci (2008), mientras que el espacio formal de educación está representado por la escuela o por una institución educativa, el espacio no formal de enseñanza puede entenderse como cualquier lugar fuera de la escuela donde ocurra una acción educativa. Ejemplos de estos espacios incluyen bibliotecas, museos, centros comunitarios, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y asociaciones especializadas. Estos entornos ofrecen un enfoque educativo que no está rígidamente estructurado en un currículo oficial, permitiendo la enseñanza de contenidos diversos y métodos más dinámicos e interactivos.

Aunque la educación formal, con sus objetivos claros y específicos, representada por escuelas y universidades, desempeña un papel esencial en la formación de los individuos, los espacios no formales de educación también son de gran importancia. Estos entornos proporcionan oportunidades de aprendizaje que muchas veces son más flexibles y adaptadas a las necesidades específicas de diferentes grupos. De acuerdo con Quadra y D'Ávila (2016), la mayor libertad promovida por la educación no formal para enseñar y aprender facilita la atención a las necesidades individuales, que son naturales en cada ser humano.

Según argumentan Ferreira, Sirino y Mota (2020), la tradicional división de la educación en formal, no formal e informal a menudo subestima los procesos de enseñanza-aprendizaje que ocurren fuera del entorno escolar, los cuales son cruciales para el desarrollo integral del ser humano. La educación no se limita a las paredes de la escuela; ocurre en una variedad de contextos y espacios que desempeñan un papel significativo en la formación de los individuos. Gadotti (2005), por su parte, propone que toda educación puede considerarse formal, independientemente de dónde y cuándo ocurra, ya que promueve el desarrollo de diversos saberes esenciales para la formación humana.

Desde una visión más contemporánea, Jacobucci (2008) argumenta que los saberes desarrollados en contextos no escolares poseen tanto intencionalidad como forma. En otras palabras, los procesos educativos en estos contextos son deliberados y estructurados, incluso si ocurren fuera de las instituciones formales de enseñanza. Reconociendo la importancia, la potencialidad y la complejidad educativa de los diferentes espacios educativos, esta tesis adopta el concepto de "institución no escolar" al tratar sobre AJECE. Este concepto emergente va más allá de las categorizaciones tradicionales de educación formal, no formal e informal, ampliando la comprensión sobre los diversos contextos que contribuyen a la formación integral del individuo.

Esta forma de educación se refiere a procesos educativos que ocurren fuera del entorno escolar, pero que pueden ser organizados, sistemáticos y frecuentemente intencionados, como ocurre en AJECE. Al adoptar este concepto, reconocemos la importancia y la legitimidad de los diferentes espacios educativos, promoviendo una visión más inclusiva y holística de la educación, que valora todas las formas de aprendizaje y desarrollo humano.

Jacobucci (2008, p. 588) cita las ideas de Gadotti al afirmar que “el concepto de educación sostenido por la Convención de los Derechos del Niño supera los límites de la enseñanza escolar formal”. Con esto, enfatiza la necesidad de superar la discusión sobre los tipos de educación para avanzar hacia una reflexión sobre las contribuciones de cada sector de la sociedad al aprendizaje a lo largo de la vida. Propone la idea de considerar el territorio como una ciudad educadora, donde la escuela y otros contextos se articulan para hacer efectivo el derecho a la educación.

3.2.1 Actividades y Programas de la AJECE

Como se mencionó anteriormente, la AJECE es una institución que tiene como objetivo promover la inclusión social, educativa y cultural de las personas con discapacidad visual. La asociación ofrece diversos programas y actividades que buscan desarrollar habilidades y proporcionar conocimientos a sus miembros, además de sensibilizar a la comunidad sobre las

cuestiones relacionadas con la discapacidad visual. La historia de la institución será contada más adelante, en el capítulo 4. Entre los programas y actividades ofrecidos, destacamos:

1. Cursos de Braille y Tecnologías Asistivas: AJECE ofrece cursos para enseñar el sistema de lectura y escritura Braille, así como el uso de tecnologías asistivas que facilitan la independencia de las personas con discapacidad visual.
2. Talleres de Movilidad y Orientación: Estos talleres ayudan a los participantes a desarrollar habilidades de orientación y movilidad, permitiéndoles desplazarse con mayor seguridad y autonomía.
3. Actividades Culturales, Deportivas y Recreativas: La asociación organiza eventos culturales, como presentaciones teatrales y musicales, además de actividades recreativas que promueven la integración social y el bienestar de sus miembros. También se incentivan las actividades deportivas, como la práctica del goalball, disciplina en la que la institución ha recibido varios premios.
4. Clases de Artesanía: Elaboración de trabajos manuales por parte de los alumnos.
5. Programas de Sensibilización: La institución realiza campañas y talleres dirigidos a la comunidad en general, con el objetivo de sensibilizar y educar sobre las necesidades y potencialidades de las personas con discapacidad visual.
6. Clases de Química: Aunque no forman parte de un programa definido, se ofrecieron durante un período para ayudar a los alumnos que se preparaban para el examen de ingreso a la universidad o el CPA.
7. Itinerancia en Escuelas: AJECE ofrece apoyo a las escuelas de la red regular de enseñanza que cuentan con alumnos con discapacidad visual, colaborando en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como en la elaboración y adaptación de recursos didácticos, lectura de evaluaciones, entre otros.

3.2.2 Una historia de inclusión: la constitución de la Asociación Jequieense de Ciegos

Este texto es un recorte de la historia de la Asociación Jequieense de Ciegos (AJECE), pero también de la historia de los fundadores¹⁰ de la institución. El papel que desempeñaron les otorga la posición de protagonistas principales. Sin embargo, no son los únicos en este proceso, ya que, para que AJECE exista, muchas otras personas han actuado y siguen actuando con

¹⁰ Los nombres de los fundadores, así como de las otras personas participantes, fueron omitidos para garantizar su privacidad.

protagonismo —todos los días. Esta historia adquiere relevancia en el sentido de poder representar la de muchos otros que, como los fundadores, vivieron las penas y las alegrías de ser quienes son: personas con discapacidad visual.

La información fue obtenida a partir de una entrevista con una de las fundadoras y tratada de acuerdo con los principios de la Grounded Theory – GT (CHARMAZ, 2009). Este trabajo aborda cuestiones sociales como la inclusión, la ciudadanía y la lucha por los derechos, buscando comprender cómo estos temas emergen de las prácticas sociales y de las interacciones descritas en los datos. Inicialmente, el análisis se centró en identificar los significados compartidos por los participantes, las normas que orientan sus acciones y las formas en que los grupos construyen significados y negocian sus prácticas colectivas.

Desde esta perspectiva, se entiende que prácticas como la reivindicación de derechos y la construcción de acciones inclusivas son mediadas por el lenguaje, cuya significación emerge del uso y de las reglas compartidas en contextos sociales específicos. Así, conceptos como “derechos” o “emancipación” no son absolutos, sino que son moldeados y negociados en los distintos juegos de lenguaje que conforman las prácticas sociales. Este enfoque destaca cómo los grupos sociales subalternizados reconfiguran los significados dominantes, introduciendo nuevas formas de ver y actuar, mientras se involucran en los juegos de lenguaje que definen y transforman las prácticas inclusivas.

Conocí a la fundadora en 2017, al participar en un trabajo voluntario en la institución, enseñando química a personas con discapacidad visual interesadas en realizar el examen de ingreso a la universidad. En la convivencia, noté que las personas normovisuales¹¹, en general, desconocen quiénes son, cómo viven y de qué son capaces las personas con discapacidad visual. Pero, ¿qué se necesita para que comprendamos que la inclusión es una conquista social viable y necesaria? ¿Podría la historia de la fundadora de AJECE —alguien que nació ciega y que, sin duda, enfrentó muchos desafíos, pero aún así fue capaz de crear una institución como aquella— ofrecerme elementos para comprender esa cuestión? Compartimos, por tanto, una narrativa escrita a partir del testimonio de esta mujer luchadora, a quien aprendí a admirar.

En el Cuadro 8, a continuación, presentamos los principales códigos extraídos del recorte de esta historia. Fueron organizados en fases, considerando el desarrollo de la narrativa desde la infancia de la protagonista hasta el momento de la entrevista.

¹¹ Normovisual: que o quien tiene el sentido de la vista sin discapacidad. In Dicionário Priberam de la Língua Portuguesa [en línea], 2008-2023. <https://dicionario.priberam.org/normovisual>.

Cuadro 8. Códigos generados a partir del relato: fases de la historia

Fases de la historia	
1)	Exclusión, angustia y sueño ✓ Deseo de participación: de jugar con otros niños; de tener amigos; de poder salir a la calle; de ser independiente; de llevar la vida como las demás personas. ✓ Sentimiento de exclusión: rabia, tristeza por no ser aceptada por los demás y por las limitaciones que le eran impuestas. ✓ El sueño: estudiar, ser independiente y crear una escuela para personas con discapacidad visual, y así, ganar respeto.
2)	A partir de los estudios en la capital: ✓ Regresa llena de ideales, conoce al otro fundador, quien también es ciego y tiene una historia de vida e ideas similares a las suyas. ✓ Planean crear una escuela para personas con discapacidad visual.
3)	La creación de AJECE: ✓ En busca de apoyo: de otros deficientes visuales y familiares; de personas influyentes en la ciudad; organizaciones; políticos; prensa; comerciantes; profesores; público interesado en general. ✓ Promoción del debate, tratando de mostrar sus ideas y las posibilidades para la persona con discapacidad visual.
4)	Las conquistas: ✓ Un lugar para atender a los asociados; apoyo financiero para la institución; la inclusión de personas con discapacidad visual en el mercado de trabajo, en escuelas regulares, terminando la escuela secundaria; asociados entrando en la universidad y otros ya graduados; participación en actividades culturales y en diversos espacios de la ciudad, incluso caminando sin acompañantes por las calles de la ciudad. ✓ Una institución fuerte: las conquistas contribuyeron al fortalecimiento de AJECE; la militancia; el título de ciudadanos jequieenses, recibido por los fundadores; el respeto y orgullo que sienten por sus conquistas, aunque entienden que todavía queda mucho por lo que luchar.
5)	Su matrimonio y el nacimiento de su hijo

Fuente: Elaboración propia.

La fase 1 está marcada por la exclusión y los sentimientos que se mezclaban en el interior de la protagonista; la fase 2 remite al momento en que fue a estudiar a la capital, su regreso y el encuentro con quien llegaría a ser el otro fundador. A partir de ahí, comienzan a planear la creación de una escuela para personas con discapacidad visual; la fase 3 señala los primeros pasos hacia la creación de la AJECE, cuando los fundadores salen en busca de apoyo, difundiendo la institución que pretendían crear y posicionándose en el debate con otras personas con discapacidad visual y con la sociedad; la fase 4 aborda la consolidación de la institución, cuando los logros de las personas con discapacidad visual apuntan hacia su inclusión. En esta etapa, la militancia se intensifica en la búsqueda de derechos aún no conquistados; la fase 5 nos lleva al matrimonio y al nacimiento del hijo de la protagonista — un momento singular en su vida, considerado algo esperado en la vida de cualquier persona, pero no para ella, quien pasó su vida escuchando que sería imposible lograrlo.

La importancia de la participación en la vida social y en el debate es un aspecto central en la historia relatada. El descontento con la situación de exclusión llevó a la protagonista a buscar otro modo de vida. Para ello, se acercó a otras personas, involucrándose en prácticas sociales que pudieran ayudarla a construir un espacio de apoyo. A través de estas interacciones, se establecieron nuevos juegos de lenguaje, lo que permitió la creación de significados compartidos y abrió espacio para el debate y para acciones orientadas a la inclusión. Este proceso, marcado por la renegociación de sentidos y por la articulación colectiva, nos llevó a reflexionar sobre cómo los juegos de lenguaje pueden arrojar luz sobre las dinámicas sociales y las prácticas inclusivas evidenciadas en la historia aquí narrada.

3.2.2.1 AJECE: ¿Qué institución es esta?

Fundada el 10 de marzo de 1994, la AJECE es una institución no gubernamental que atiende a personas con discapacidad visual, algunos de ellos con otras necesidades especiales, como el autismo, por ejemplo. Desde bebés hasta personas mayores, reciben acceso a un servicio social que les ayuda de diferentes maneras: programan consultas médicas y exámenes clínicos; proporcionan atención psicológica y actividades compatibles con la franja de edad, la condición física y el desarrollo cognitivo, que les permiten adquirir autonomía en su vida cotidiana.

En el currículo de AJECE, existen clases de orientación para la vida autónoma y de orientación y movilidad, en las cuales se utilizan, entre otras técnicas, la exploración espacial y la protección corporal. Estas orientaciones incluyen una educación auditiva, ya que no basta con oír, es necesario percibir lo que está alrededor (Bill, 2017). Son aprendizajes que permiten a la persona ciega “darse cuenta de que tiene condiciones para asumir responsabilidades por sí misma” (BILL, 2017, p. 74). En el extracto, transcrito a continuación, tenemos el relato de la fundadora sobre cómo la persona ciega es capaz de realizar diversas funciones en su vida diaria:

¹² Él puede entrar al supermercado, él hace las compras. Hace TODO (dice ella con énfasis) lo que una persona normal puede hacer. Como barrer la casa... todo eso lo aprende, en la parte de AVD - aprendizaje de vida autónoma [...] La persona con discapacidad aprende a ordenar la casa, preparar un almuerzo... cuidar de su propio hogar. [...] A caminar solo por las calles, para que pueda ser realmente una persona independiente (Fragmento de entrevista, 2020).

Clases de arte, música, informática, Braille, escritura cursiva, química, actividades culturales y deportivas, componen la variedad de actividades formativas ofrecidas por AJECE a

¹² Haciendo referencia a la persona con discapacidad visual, en general.

sus asociados. También allí aprenden a vestirse, a cuidar su higiene y el lugar donde viven. A aquellos que están matriculados en la red regular de enseñanza, se les ofrece asesoría pedagógica y se producen materiales de apoyo.

Convenios con la Alcaldía Municipal y el Gobierno del Estado garantizan la contratación de profesores y personal; la Alcaldía proporciona la alimentación, y los Proyectos Federales contribuyen a la diversificación de las actividades. Además, las donaciones y contribuciones de los asociados complementan el ingreso básico necesario para el funcionamiento de la institución, que actualmente cuenta con veinte profesores, 36 empleados y cerca de ciento ochenta asociados, residentes en la ciudad de Jequié y la región, con posibilidad de aumento, ya que, según nuestra entrevistada, *“cada día llegan más personas, y nosotros las vamos registrando.”*

Sin embargo, hasta que AJECE se convirtiera en la institución que es hoy, una larga trayectoria de luchas fue iniciada por sus fundadores, hace aproximadamente 27 años. Al contar sobre la creación de AJECE, la entrevistada también nos revela momentos de su propia historia.

3.2.2.2. La constitución de AJECE

Llama la atención en el testimonio de la fundadora el hecho de que, en ningún momento, entre las dificultades mencionadas, aparezcan aquellas derivadas de la ausencia de visión. Ella revela que la actitud de las personas frente a su ceguera le causó más disgustos que el hecho de ser ciega.

Entre las limitaciones sociales relatadas en su historia anterior a la creación de AJECE, se encuentran la imposibilidad de salir de casa, muchas veces impuesta por su familia; la dificultad para estudiar, por no tener acceso a una escuela que atendiera sus necesidades; la falta de amigos, ya que las personas de su edad no querían interactuar; e incluso la imposibilidad de casarse, señalada por sus familiares, como muestra el extracto número dos, en el cual ella repite lo que escuchó de las personas:

Pobrecita; esta nunca se va a casar; es una persona ciega, no tiene condiciones de estudiar, se va a quedar aquí en la casa con nosotros... no podemos dejar que salga, para que la gente no se ría de ella. (Fragmento de entrevista, 2020).

Sin derecho a la plena ciudadanía, vistos como inválidos, pobrecitos a quienes las personas dispensaban su piedad, las personas con discapacidad vivían, con frecuencia, recluidas en sus casas, para no ser expuestas a los peligros de las calles y a la burla ajena. Todas estas limitaciones entristecieron y causaron indignación a la entrevistada. Pero también fueron el motor de su búsqueda por días mejores para ella y para aquellos en una situación similar a la suya.

Respecto a tales obstáculos, en su propia experiencia, Sergio Sá, autor que también es ciego, describe:

Obstáculos que se transforman en palancas, deficiencias que estimulan el desarrollo de capacidades ignoradas, reacciones diferentes de las que solemos tener frente a lo que nos atormenta y avergüenza [...] (SÁ, 2004, p.8).

En el extracto a continuación, la entrevistada expone sobre el prejuicio vivido por personas ciegas en Jequié, algunos años atrás, antes de la existencia de AJECE.

Hace algunos años, las personas con discapacidad visual aquí en nuestra ciudad eran consideradas mendigos¹³. “[...] Cuando una persona con discapacidad aparecía en las calles, era acompañada por algún familiar, y la propia persona con discapacidad pedía limosna. Por eso existe esa cultura, ¿verdad?, de que mucha gente pensaba que la persona con discapacidad visual era mendiga, y en realidad lo era. Aquellos que no tenían poder adquisitivo... (Fragmento de entrevista, 2020).

Inconforme con la idea común sobre las personas con discapacidad visual y sobre sí misma, decidió estudiar en la capital, Salvador, en el Instituto de Ciegos, con la intención de algún día poder garantizar su independencia financiera, como se puede observar en el pasaje siguiente: *“Fue por eso que me fui a Salvador a estudiar, por dos motivos. Primero, para ser independiente y también para acabar con ese paradigma de que el ciego es un pobre desdichado.”* (Fragmento de entrevista, 2020).

La experiencia adquirida en la búsqueda de su propia independencia financiera, ella hace todo lo posible por transmitirla. Por eso, en AJECE, los asociados son orientados a estudiar y a buscar independencia, incluida la financiera:

Hoy, gracias a Dios, es muy difícil ver a una persona con discapacidad pidiendo limosna. [...], pero en la AJECE promovemos que (ella enfatiza) toda persona con discapacidad visual debe estudiar y mantenerse con su indepen (Fragmento de entrevista, 2020).

Muchas fueron las dificultades enfrentadas inicialmente para matricular a alumnos ciegos en escuelas regulares. Al relatar el momento en que los alumnos ciegos comenzaron a buscar la educación regular, ella afirma:

¹³ Personas que piden limosna, a menudo utilizado con un sentido peyorativo.

Hubo mucha resistencia. Cuando la persona con discapacidad iba a la educación regular, era impactante, porque mucha gente no quería, pensaban que el ciego no debía aprender. Muchos docentes no querían recibirlos, porque no conocían el trabajo de la persona con discapacidad visual (Fragmento de entrevista, 2020).

Estas palabras confirman que el simple acto de insertar a los alumnos con necesidades especiales en clases regulares no garantiza la inclusión. Por lo tanto, es imprescindible que se implementen acciones de socialización, participación activa e interacción con los demás alumnos y actividades escolares (Duarte, 2004).

Nuestra entrevistada utiliza las palabras "aterrador", "asusta", "asustado" en algunos momentos de la entrevista para definir la tensión sentida por las personas con discapacidad visual, los profesores y la sociedad en general. Al preguntarle qué quería decir, ella responde:

Era impactante porque los docentes no tenían ninguna experiencia en tratar con personas con discapacidad visual. No sabían de qué manera iban a trabajar con ellas. Entonces, fue un choque para ellos, así que los profesores se asustaban mucho. (Imitando la voz de los docentes): '¿Cómo voy a enseñar al ciego si no sé el método?' (Fragmento de entrevista, 2020).

En otro momento de la entrevista, ella vuelve a usar los términos mencionados, añadiendo que también era aterrador para el profesor, ya que era "un mundo diferente, porque no tenían ningún conocimiento en el área", así como lo era para los deficientes, "con una sala de clases con otro formato".

Los fundadores caminaban, con frecuencia, al centro de la ciudad para divulgar su trabajo y pedir apoyo en los establecimientos comerciales, lo cual, para las personas, era algo poco común. El extracto abajo trae el recuerdo de ese momento tan desafiante:

Pensaban que íbamos a pedir limosna. [...] Es que una pareja de ciegos, caminando sola por primera vez por las calles de la ciudad, también fue impactante. Porque nadie había visto antes a una persona con discapacidad caminando sola por las calles de Jequié. Entonces, eso también fue una forma de asustar... (Fragmento de entrevista, 2020).

La entrevistada cree que, aunque difícil, este fue un paso importante para conquistas futuras. Las personas comenzaron a conocerlos y a conocer la AJECE:

[...] Después de que comenzamos a caminar por las calles de Jequié, empezamos a dar a conocer la AJECE, y entonces llegó el respeto. Porque, gracias a Dios, hoy somos respetados por los poderes públicos de Jequié y la

región. Recibimos el título de ciudadanos de Jequié, tanto yo como ‘el otro fundador’. Gracias a Dios, la AJECE está ahí, es una gran realidad, y hoy los niños no ofrecen resistencia, interactúan con las personas con discapacidad, ¿verdad? Los adolescentes también interactúan con nosotros... con todas las personas con discapacidad visual. Hoy hemos adquirido respeto (Fragmento de entrevista, 2020).

Para nuestra protagonista, el desconocimiento respecto a la persona ciega y sus capacidades también genera prejuicio, la no aceptación, lo que puede llevar a la práctica del bullying, lo cual puede ocurrir en las calles, en la escuela e incluso en el seno de la familia. De bullying entiende bien. Nos contó que en su infancia no era aceptada por los demás niños, que se reían de ella y no querían jugar. Incluso algunos padres no permitían que sus hijos jugaran con ella, quien, muchas veces, donaba los pocos juguetes que recibía de su madre con recursos limitados, a cambio de algunos momentos de juego.

Queda claro cómo la falta de conocimiento mutuo influía en el trato hacia la persona con discapacidad visual, y el desamparo en el que vivía la persona discapacitada, al mismo tiempo que destaca su satisfacción por contribuir a que la vida de muchos de ellos hoy en día sea diferente: *“Hoy puedo decirte que soy muy feliz porque pude contribuir para que los discapacitados hoy en día tuvieran todo lo que yo no tuve en esa época [...]”*.

De acuerdo con la perspectiva de los juegos de lenguaje de Wittgenstein (1999), el lenguaje es dinámico y depende de las interacciones y contextos de los participantes, no constituyendo un sistema fijo de reglas. De esta manera, el significado de las palabras se define por el uso que les damos en diferentes contextos, permitiendo que los participantes transformen sus modos de vida, valores y tradiciones, mediante el diálogo y el intercambio con el otro.

Críticas y rupturas surgen como momentos de renegociación de significados, posibilitando la autotransformación mediante el diálogo. Los fundadores de AJECE, al desafiar paradigmas excluyentes y buscar alianzas, ampliaron horizontes de cambio e inclusión, destacando cómo las rupturas sociales pueden generar transformaciones en la comprensión e interacción de las personas con el mundo.

La entrevistada revela que le habría gustado haber podido interactuar con los niños de su época. Pero, como esto no ocurrió, se decía a sí misma: *“Un día voy a hacer las cosas de manera diferente. Un día seré alguien en la vida, voy a crear una escuela aquí en Jequié, adaptada para discapacitados visuales.”* Y un día fue a estudiar al Instituto de Ciegos en la capital, Salvador. Al regresar, conoció al otro fundador, que también había estudiado en el mismo instituto y en la ciudad de Belo Horizonte. Ambos con historias de vida y luchas similares, y con el mismo ideal: crear una escuela para discapacitados visuales que ayudara a mejorar la vida de estas personas. Y se casaron.

Contrario a lo que predijeron los familiares, nuestra protagonista no solo se casó, sino que tuvo un hijo. Su nacimiento estuvo marcado por el prejuicio mostrado por algunas personas.

Preguntas incómodas, del estilo ‘sin sentido’, tales como: “¿Puedes tener hijos? ¿Puedes quedar embarazada? ¿Nació ciego?” Muchas veces, no solo dejaban a la joven madre molesta, sino que le “*dolía el alma*”, como ella misma dice, al sentir allí el prejuicio hacia la persona con discapacidad visual. Ella cuenta:

Cuando quedé embarazada y nació André, todavía existía el prejuicio, y la gente movía las manos de un lado a otro sobre los ojos del bebé para ver si podía ver o no. Entonces, eso también fue una de las cosas que me entristeció, al saber que todavía existía prejuicio (Fragmento de entrevista, 2020).

La llegada de su hijo también trajo felicidad. Era un niño inteligente, muy cariñoso con sus padres, y a los cuatro años hojeaba revistas, colocando las manos de sus padres sobre los objetos, describiéndolos para que también pudieran ‘ver’. Hoy, el hijo tiene 25 años, y la pareja ya no está casada. Pero, ella relata que vivieron quince años felices y, juntos, tuvieron dos hijos: André y la AJECE. Y la colaboración continúa. Además de ser padres, también son presidentes de la Asociación Jequieense de Ciegos.

Juntos, movilizaron personalidades locales, la prensa y el poder público, construyendo un espacio de comunicación activa. Se hicieron escuchar en la lucha por los derechos de las personas con discapacidad visual, y de esa lucha surgieron las primeras conquistas: del Ayuntamiento consiguieron una sala para albergar la institución que inicialmente funcionó en la casa del propio fundador. Dos profesores se dispusieron a aprender Braille con el fundador y, posteriormente, se perfeccionaron en la ciudad de Salvador.

Los docentes que se disponen a trabajar en la educación inclusiva deben, en sus aspectos actitudinales, conectarse en una relación cercana al actuar comunicativo, mediante acciones colaborativas para la adquisición de nuevas habilidades sociales, principalmente en el campo de las relaciones, interacciones y mecanismos comunicativos (Sousa, 2020). Al disponerse a este cambio en sus propios paradigmas, los profesores de AJECE pudieron contribuir al proceso inclusivo.

Algunos factores fueron cruciales para la creación y el fortalecimiento de AJECE, uno de ellos: la persistencia. La fundadora nos muestra cómo la persistencia fue importante para romper barreras: inicialmente, fueron a la casa de cada persona con discapacidad visual de la que tenían noticia. Fueron recibidos con piedras por uno de ellos. Según ella,

Porque él no quería, pensaba que la persona con discapacidad no iba a aprender nada. La propia persona con discapacidad no lo creía. Entonces fuimos dos, tres, cuatro veces a la casa de esa persona. Fue entonces cuando decidió ir,

llegó a la AJECE y vio que era totalmente diferente de lo que pensaba (Fragmento de entrevista, 2020).

Otro punto fue la sensibilización de las personas y la formación del equipo, lo cual se logró a través de acciones educativas, como las clases de Braille, impartidas por el fundador. Estos maestros fueron los encargados de enseñar a los demás cómo tratar a las personas con discapacidad en las escuelas regulares, creando posteriormente núcleos de atención escolar.

Esto revela la importancia del proceso educativo para que las personas, ya sean videntes o no, conozcan un poco sobre la discapacidad visual y las potencialidades de la persona con discapacidad, ya que, muchas veces, el propio discapacitado no tiene conocimiento de esto.

3.2.2.3 La conquista del apoyo, un factor esencial para la creación de la institución

Vale la pena mencionar aquí un pensamiento del fundador, citado por nuestra entrevistada en otra ocasión, pero que encaja perfectamente para ilustrar su forma de pensar: “[...] él decía que una golondrina sola no hace verano [...] por eso es necesario reunir a otras golondrinas”. De ahí la importancia del apoyo de personalidades locales, del poder público, de la prensa y de los diferentes sectores. Al fin y al cabo, según Habermas (2022), la inclusión del otro implica el diálogo entre las distintas instancias y actores sociales. La entrevistada demuestra gratitud hacia los involucrados, menciona a algunas personalidades y, en especial, a los docentes: “¿Qué sería de nosotros sin ustedes, maestros?”, dice ella.

Entre los principales factores que motivaron la creación de AJECE está el deseo de sus fundadores de ser respetados como seres humanos que, a pesar de la discapacidad, tienen potencialidades. Pero esta no es una búsqueda individual, por lo que, para hacerla posible, fue — y sigue siendo— necesaria una movilización colectiva. Además, fue preciso conquistar el respeto hacia las personas con discapacidad visual como una clase social.

Así, la participación de diversas personas en esta acción comunicativa permitió la creación de una institución fuerte que, a su vez, potenció la concienciación de otras. Al tomar conciencia de sus capacidades y posibilidades, también se eleva la autoestima, en un proceso de empoderamiento que les permite luchar por sus derechos y por su propia inclusión social. Esta conquista se refleja en las palabras de la entrevistada:

Cinco años después, con la AJECE ya formada, entonces comenzaron las militancias (movilizaciones/activismo), ¿verdad?, luchar por el espacio de las personas con discapacidad, luchar por todo lo que necesitaban, por sus derechos. Fue a partir de ahí que comenzó la educación especial en Jequí (Fragmento de entrevista, 2020).

Solo después de 5 años de AJECE, con la Asociación ya consolidada, la lucha por los derechos “comenzó”. Se entiende que ahora se trataba de una lucha emprendida desde una

asociación fortalecida. En busca de los derechos aún no conquistados, incluso aquellos que ya estaban “en el papel”. Estas personas no querían solamente una institución que las atendiera, necesitaban también la garantía de sus derechos y de alguien que luchara a su lado. Lograron ocupar espacios antes nunca imaginados, llegando incluso a recibir los fundadores, por parte del poder municipal, el título de Ciudadanos de Jequié.

La historia de la creación de AJECE nos muestra que los derechos adquiridos por las personas con discapacidad visual no fueron regalos recibidos, ¡fueron conquistas! En ese actuar comunicativo, cada espacio hoy ocupado por una persona con discapacidad fue forjado. Con la participación de aquellos que no se conformaban con la posición que la sociedad destinaba a las personas con discapacidad visual y que lograron comprender la injusticia de la exclusión. La importancia de los derechos adquiridos a lo largo de los años fue mencionada en la entrevista:

Mire, en cuanto a los derechos, hubo algunos avances, ¿verdad? En cuanto al estatuto de la persona con discapacidad; la inclusión... la cuestión del carnet de pase que obtuvimos, gracias a Dios... ¿verdad?, el pase libre... el derecho a asistir a la escuela... [...] Porque la LBI, que es la ley de inclusión, fue un gran avance para nosotros. Y... otra cosa que para mí fue un gran avance, fue poder incluir a muchas personas con discapacidad visual en las escuelas, en las universidades y también en el mercado laboral. ¡Eso para mí es un gran logro, un logro así... extraordinario, un logro realmente maravilloso! (Fragmento de entrevista, 2020).

Las palabras de la protagonista revelan la importancia de las garantías jurídicas que hagan valer para estas personas su derecho constitucional de libre tránsito. Sin embargo, aunque la ley exista, la accesibilidad sigue siendo algo por conquistar, ya que caminar por la ciudad aún representa una barrera gigantesca. Ella relata:

A causa del plan director ¹⁴..., de la ley ahora, la ley exige que todos los edificios públicos sean accesibles para las personas con discapacidad y también para los adultos mayores. Hoy mismo vine aquí a comprar un pan, niña, en un condominio. Querida, ¡no te imaginas (con énfasis) la dificultad que fue para llegar al lugar y poder comprar mi pan! ¡Realmente mucha dificultad! (Fragmento de entrevista, 2020).

Como se ha visto, aún queda mucho por conquistar, pero, según Habermas, dichas garantías solo pueden sustentarse en el hecho de que cada individuo, dentro de su entorno cultural, posee la capacidad de regenerar la fuerza necesaria para la autotransformación (ibid). A través de esta institución, constituida a partir de la determinación de una pareja que no se conformó con la manera en que eran tratados, las personas con discapacidad visual de la ciudad de Jequié y sus

¹⁴ Referencia al Plan Director Municipal de Jequié, cuyo texto prevé, como una de las directrices específicas para la movilidad urbana, la garantía de accesibilidad universal, con seguridad y confort.

alrededores pueden convivir en comunidad y participar en el debate de temas de su interés, reuniendo la fuerza que necesitan para hacer valer sus derechos.

Así, la asociación ha contribuido a la valorización de la persona con discapacidad visual y a su inclusión, demostrando que estas son capaces de desempeñar diversas funciones, por medio de los proyectos y actividades propuestos, así como por el ejemplo de los asociados que estudiaron, concluyeron la educación secundaria e incluso la universidad. La fundadora habla con orgullo de que algunos asociados hoy trabajan en diferentes sectores y menciona algunos ejemplos de éxito:

Hoy tenemos casi veinte estudiantes en la universidad, ya se han graduado algunos que terminaron sus carreras... fisioterapeuta, pedagogo, abogado... hay otra chica que se está formando ahora como abogada, que también trabaja en el Banco de Brasil en Vitória da Conquista, que fue alumna de la AJECE; hay uno que trabaja en Correos que también fue alumno de la AJECE... entonces, hubo muchos avances, a pesar de la resistencia por parte de algunas personas, pero hubo avances, y es muy prometedor (Fragmento de entrevista, 2020).

También se están ocupando espacios en el ámbito cultural. AJECE cuenta hoy con la primera actriz ciega de la ciudad: la propia fundadora. El proyecto en el que interpretará a tres personajes fue beneficiado por la Ley Aldir Blanc¹⁵, cuenta ella con orgullo (extracto 16):

Eu sou atriz, eu faço monólogos teatrais, né, faço vários tipos de monólogos). Soy actriz, hago monólogos teatrales, ¿verdad?, hago varios tipos de monólogos variados y también soy compositora [...]. [...] Y todo esto lo aprendí dentro de la propia institución. [...] En internet está nuestra primera obra, ¿verdad? En la época en que teníamos un profesor de teatro. Y la primera obra fue Romeo y Julieta. Hice el papel principal de Julieta. El teatro de la AJECE, si no me equivoco, fue en 2006 [...], pero fue una obra muy buena, estaba iniciando mi carrera como actriz (Fragmento de entrevista, 2020).

El coro de AJECE está actualmente desactivado porque la profesora se mudó a otra ciudad, pero la fundadora expresa su expectativa de que, tras la pandemia, la contratación de un nuevo director permita reactivar el coro. Incluso hay algunos asociados que tocan instrumentos musicales.

La fundadora revela un sueño: la construcción de una cancha polideportiva que también pueda ser utilizada por personas con otras discapacidades. Actualmente, utilizan espacios de la alcaldía o de la Universidad, pero dependen de la disponibilidad de esos lugares. A ella le gustaría contar con un espacio propio que tuviera una piscina y una sala de fisioterapia. Y que fuera

¹⁵ Ley Aldir Blanc (Ley n° 14.017/2020): creada para apoyar al sector cultural durante la pandemia de COVID-19, destinando recursos federales para garantizar ingresos emergentes a los trabajadores de la cultura, subsidios a espacios culturales y acciones de fomento.

utilizado, incluso, como lugar de esparcimiento los fines de semana, para que pudieran “interactuar”. De esta manera, podrían atender mejor a su clientela y realizar con más tranquilidad la “Jornada”.

La historia de AJECE se entrelaza con la historia de sus fundadores, asociados y de tantos otros discapacitados visuales que han pasado por allí, como lo evidencia la precursora en el fragmento: *“Todos estos hechos están ligados e interconectados con la AJECE. Mi situación con André, mi matrimonio, las dificultades que pasamos, los logros, los espinos y las rosas.”* Así, de sus inquietudes y sueños nació la AJECE.

Como se ha visto, AJECE tiene como objetivo promover la inclusión de las personas con discapacidad en la sociedad como individuos capaces y productivos. Estimula a los asociados a buscar la independencia, incluso financiera, y a adquirir autonomía. Ha demostrado, a través del ejemplo de otros asociados, que las personas con discapacidad pueden estudiar, trabajar y desarrollar múltiples tareas, es decir, también se les permite soñar. AJECE los ayuda a desarrollar sus potencialidades, y buscarlas es también el deseo de cada asociado.

Basándonos en la perspectiva de los juegos de lenguaje de Wittgenstein, podemos entender que el trabajo y la interacción social corresponden a diferentes prácticas, cada una estructurada por reglas y significados que emergen del uso del lenguaje en contextos específicos. La inclusión, en este sentido, puede entenderse como un juego de lenguaje que requiere negociación y construcción colectiva de significados, a partir de las interacciones entre diversos agentes sociales. No se trata de una imposición de normas externas, sino de una práctica que surge del diálogo y la convivencia, en la que los participantes reconocen y validan mutuamente las expectativas y las reglas que guían sus acciones.

La construcción de una sociedad democrática e igualitaria, en la que las personas con discapacidad visual puedan contribuir plenamente, requiere que los juegos de lenguaje inclusivos sean continuamente ampliados y enriquecidos. Esto implica la deconstrucción de significados excluyentes, la creación de nuevos sentidos compartidos y el reconocimiento de que las “fronteras de la comunidad” están abiertas a todos, como resultado del diálogo y la interacción (Habermas, 2022, p. 12). La participación activa de personas con discapacidad visual en prácticas sociales contribuye a desestabilizar prejuicios arraigados, al hacer visibles las contribuciones únicas y valiosas de estos individuos.

En este contexto, la inclusión se revela como un proceso dinámico e interactivo, que cruza temas como la emancipación, la ciudadanía, las luchas por derechos y las acciones inclusivas. Tal como se observa en el testimonio de la fundadora de AJECE, el diálogo y la participación en prácticas sociales inclusivas no solo transforman las condiciones de vida, sino que también reconfiguran los juegos de lenguaje que sustentan las prácticas democráticas, promoviendo una convivencia más justa e igualitaria.

3.3 Sobre “aventurarse”

En una de nuestras conversaciones, Waldomiro cuenta cómo aprendió a caminar por las calles de la ciudad. Hoy en día, tiene autonomía para caminar y tomar el autobús solo, a pesar de la escasa accesibilidad existente en las calles, en los establecimientos comerciales, en el transporte público y en otros lugares de la ciudad. Su experiencia es un ejemplo inspirador de perseverancia y adaptación, que demuestra que, incluso frente a los desafíos, es posible desarrollar habilidades que promuevan la independencia.

La Orientación y Movilidad (OM) es un componente curricular en AJECE, a través del cual los alumnos aprenden a caminar por la calle. Para Waldomiro, fueron meses de esfuerzo, hasta que un día logró llegar solo a AJECE, aunque aún tenía dificultades para volver a casa. Sus familiares se ponían “nerviosos”, pero él no perdió la esperanza ni la determinación, y les decía a sus parientes:

La profe me está enseñando, yo tengo que estar dedicándome, esforzándome por aprender. Ustedes no van a estar llevándome toda la vida, ustedes tienen sus quehaceres. Entonces yo iba, y ellos iban a buscarme. Eso mientras la profe seguía con las clases, ¿no? Y entonces, cuando ella vio que yo ya estaba bien, me dio permiso para venir solo, pero aun así, durante unos días, ella venía siguiendo el autobús para ver si yo me bajaba en el lugar correcto. Cuando yo subía al autobús, ella venía detrás en una moto, siguiéndome, y cuando yo me bajaba bien, en el lugar correcto, ella regresaba (Fragmento de entrevista con Waldomiro, 2020).

El aprendizaje requirió esfuerzo y dedicación de su parte, pero, según él, también de la profesora, y dice riendo: *"¡Miren el trabajo que este hombre dio a los profesores! ¡Y hasta hoy sigue dando trabajo!"*

Al igual que Waldomiro, otros alumnos aprendieron a caminar por las calles, a usar el bastón para orientarse, a cruzar las calles y a tomar el autobús. Pero existen casos en los que la persona con discapacidad no recibe autorización de la familia, como ocurrió con Clarissa, de 18 años, con baja visión. Su madre no le permite venir sola de la escuela, pero le autorizó a venir caminando con las compañeras. Así, cada uno, a su tiempo, va ganando autonomía en las tareas cotidianas.

Waldir, con más de 80 años, actualmente no puede caminar solo, ya que no está bien de salud. Ya no tiene la misma autonomía de antes, cuando caminaba por la ciudad, tomaba el autobús e incluso cocinaba en casa. Sus hijos y su esposa se preocupan de que él pueda sentirse mal en la calle, por lo que ha estado caminando siempre acompañado.

Un día, en una de nuestras clases, Waldomiro y Waldir nos contaron animadamente sobre sus experiencias en el transporte público. Sobre cómo sabían que el autobús ya se acercaba a su casa. Según ellos, el olor del pan proveniente de una panadería que estaba ubicada en cierto punto del recorrido les daba una señal. Y se rieron mucho, relatando cómo las personas en el colectivo se sorprendían de que ellos supieran exactamente dónde tenían que bajarse. Y, riendo, también contaron sobre los videntes sin noción que, muchas veces, intentaban orientarlos diciendo algo como: “¡Para allá... más para allá...” Ellos respondían riendo: “¿¡Más para allá, profesora!?”.

Y sobre los videntes que hablaban en voz alta cuando querían comunicarse con ellos. Ellos se reían y decían: “¡Piensan que somos sordos!” “[...] - Y hay algunos que se quedan hablando cerca de nosotros cosas como: ‘¿Será que no ven nada? Yo creo que ven un poquito...’” “[...] Y hay otros que piensan que estamos fingiendo y dicen eso cerca de nosotros. ¡Somos ciegos, no sordos!”

Como se puede ver, además de la notable capacidad que estas personas tienen de reírse de su propio día a día, también se percibe que gran parte de los videntes desconocen a la persona ciega y sus potencialidades. La falta de conocimiento aparece incluso cuando intentan ofrecer alguna ayuda. Muchas veces subestiman la capacidad del ciego o romanticizan esa capacidad, como si al perder la visión la persona adquiriera casi 'superpoderes' en otras áreas para compensar la pérdida.

Sobre la experiencia de caminar sin acompañantes, destaco algunos puntos que considero bastante interesantes. Empiezo con Luzia, que perdió la visión ya adulta y conocía bien la ciudad donde vive. Luzia relata que, al regresar a los lugares que conocía cuando era vidente, consigue 'visualizar' los caminos, como si realmente los estuviera viendo. En sus palabras:

[...] Ayer mismo fui al centro, ahí pasé por la Avenida Río Branco, y fue como si los estuviera viendo... todos esos lugares. Entré en la Mansión Avenida, en el consultorio de la doctora... allí ya había entrado antes. Entonces, ¡es como si estuviera viendo todo! Es una sensación así. (Fragmento de entrevista con Luzia).

El otro relato fue el de Lara, que nunca vio, pues nació ciega. Un día, Lara fue a la universidad donde estudia Sistema de Información y olvidó su bastón en casa. A pesar de no tener el instrumento que la ayuda, pudo moverse con facilidad, ya que ese pabellón de clases ya era bien conocido para ella. Ella dijo:

En la universidad, hay lugares que ya camino sin bastón, porque más o menos hago un mapa... nosotros llamamos a esto ‘mapa... sinestésico’, y tengo la facilidad de memorizar las cosas muy rápido. Entonces..., acabo... haciendo

ese movimiento repetitivo, varias veces, tipo, ah, aula tal, aula tal, pabellón tal. Voy al bebedero a tomar agua, voy al baño, en fin... acabas haciendo este movimiento varias veces. Y acabas construyendo un mapa en tu cabeza. Hay lugares allá dentro donde ya camino sin bastón. Incluso, un día hasta olvidé el bastón en casa. Y no quise decirle a nadie que lo había olvidado, así que les dije que el bastón estaba en mi mochila, pero que no quería usarlo porque estaba probando mi mapa (risas). Y realmente funcionó, pasé toda la tarde allá, sin bastón. Y me manejé sola dentro de la universidad, porque estaba en el pabellón que ya conocía, y había hecho un mapa sinestésico de ese pabellón. Entonces, hay lugares donde se puede caminar, porque es como si estuvieras viendo la imagen de ese pabellón (pequeña pausa). Aquí está la puerta a la derecha, se llega a tal lugar; a la izquierda, a tal lugar, y tal. Sobre esta cuestión de construir imágenes, cuando alguien está describiendo, es como si la visión, el... nuestra mano, que tocamos algo, fuera el ojo, ¿no? . (Trecho de entrevista con Lara).

Sobre estos relatos, pude extraer que el ciego construye referencias y representaciones de los lugares por donde pasa. Busca estrategias para crear esas representaciones y así puede aprender a orientarse. Para quien se hizo ciego después de algunos años, las referencias anteriores también sirven como ayuda para reconocer lugares y cosas. Luzia, por ejemplo, afirma que, además de conocer lugares, también conoce los colores y es "*experta en números*", expresión que usa para decir que sabe hacer cálculos y usar las matemáticas en su día a día, aprendizajes adquiridos cuando era vidente y que ahora le facilitan la vida. Pero no piensen que quien nace ciego no aprende matemáticas, Lara es un ejemplo vivo de que es todo lo contrario. La chica es excelente en matemáticas y puede hacer cálculos complejos "*de cabeza*", como ella misma dice.

Por otro lado, los estudiantes entrevistados suponen que quien nace ciego aprende a lidiar con la ceguera sin tener que pasar por el dolor de la pérdida, una idea con la que Lara, que no pasó por la "*experiencia de volverse ciega*", también está de acuerdo. Según ella:

Todo lo que he hecho en toda mi vida ha sido sin ver. Entonces, no tengo dificultad en... por ejemplo... caminar por la calle, porque nunca vi. Eh... no tengo dificultad para usar un computador y un lector de pantalla, porque nunca lo vi antes, para usarlo sin eso. Eh... en fin, todo lo que hago desde pequeña, ya ha sido basado en la perspectiva de que 'no veo, entonces tengo que buscar lo que es accesible (enfatisa) (Fragmento de entrevista con Lara).

A esta altura de la conversación, Lara trae una reflexión importante: cuando era niña, quería no tener que usar bastón y quería escribir en cuadernos como sus compañeros hacían. Ella cuenta que si para ella, que nació ciega, eso era difícil, imaginen para quien tuvo que adaptarse a la discapacidad. Ella añade:

Entonces, de aquí a que ella acepte que es una persona normal, solo que no ve... y se acostumbre con todo esto, ya es más complicado. Y siempre pienso que tendrá cierta dificultad al pensar: ah, porque cuando veía hacia esto, y hoy no veo, ¿y ahora cómo lo hago? Siempre quedará en la mente de la persona que tendrá que aprender desde cero, ¿no? Creo que es lo mismo que si una

persona que... nació ciega, algún día volviera a ver, hiciera alguna cirugía, algo. ¿Por qué? Más o menos todo lo que aprendiste no servirá de nada, porque nunca viste, pero ahora empezarás a ver... pero para empezar a caminar por la calle y ver un coche, ver esto, ver aquello, ver las letras, formar las sílabas, y leer... más o menos serás como un niño de nuevo, ¿no? En el mundo de los que ven. (Fragmento de entrevista con Lara).

De esta declaración de Lara, destaco algunos puntos: el ciego es una persona ‘normal’, solo que no ve, y necesita aprender a lidiar con eso. Ver o no ver requiere aprendizaje, porque la vida así lo exige. Lara habla sobre aprender a vivir sin ver, en un mundo creado para quienes ven. En este caso, a partir de cierto momento en la vida, las personas con discapacidad visual deben emplear un modelo adaptado a un mundo creado por y para otro modelo de ser.

Estamos aquí ante diferentes modelos de ‘funcionamiento’: uno que usa la vista para funcionar y otro que no la usa. Ambos requieren aprendizajes, especialmente para adaptarse a una nueva condición, es decir, a un modelo diferente del que estaban acostumbrados. Todos tenemos nuestra manera de vivir basada en aprendizajes sobre cómo lidiar con las cosas o situaciones cotidianas, según lo que tenemos, los modelos o las condiciones que poseemos. Pero también somos capaces de transformar, ser transformados y adaptarnos.

Nada es fácil ni simple, pero el relato anterior de Lara, sobre cuando olvidó su bastón en casa y pasó la tarde en la universidad sin él, trae una información importante: el ciego no quiere la complacencia de los demás. Quiere ser capaz de hacerlo por sí mismo, como Lara, que prefirió no contar que había olvidado el bastón en casa ese día, pero que estaba probando su mapa mental. Por eso, el apoyo de la sociedad y de las instituciones es tan esencial, para impulsar a cada persona con discapacidad en esta búsqueda de autonomía y emancipación. Después de todo, vivir es una aventura, pero no tiene que ser un salto al abismo.

3.4 Aprendiendo a ver el mundo de otra manera

De los relatos tratados en la historia anterior, destaco la idea de que la pérdida de la visión requiere que el individuo aprenda a "ver" el mundo de otra forma. Después de la aceptación, viene la búsqueda por aprender una nueva manera de acceder y de interactuar con él. Ya no con los ojos, sino con los otros sentidos, especialmente el tacto, un sentido proximal, de contacto, cuya operación se da de manera sucesiva, construyendo imágenes fragmentadas, por partes; características que hacen que la percepción táctil sea un proceso de temporalidad más lento que la audición y la visión (Kastrup, 2015).

Lara admite que, si supiera que hay un tratamiento capaz de hacerla recuperar la visión, tendría miedo de intentarlo. Además del temor a perder la poca luz que todavía puede captar, está el miedo a lo nuevo. Toda su vida ha estado basada en la perspectiva de la ausencia de visión. Aprendió a vivir sin ver, ¿cómo sería tener que aprender a hacer todo lo que ya sabe, de otra manera?

Sus compañeros que pasaron por la experiencia de perder la visión fueron forzados a vivir este cambio. Reaprendieron a hacer todas las cosas que sabían, ahora con los "ojos cerrados". Vigotski (2022) y Kastrup (2015) afirman que no ocurre una modificación directa de los límites sensoriales con la ceguera, es decir, no hay una potencialización inmediata de los otros sentidos. La persona ciega necesita aprender a orientar la atención hacia los signos no visuales, además de mejorar los procedimientos exploratorios del tacto y la audición. Un proceso laborioso.

Los otros sentidos comienzan a ocupar un lugar destacado, haciendo necesario aprender a usarlos. La atención tuvo que ser concentrada y, al mismo tiempo, abierta, llegando a ser paradójica, según la autora mencionada anteriormente, una atención receptiva sin ser pasiva, difícil de lograr y de mantener, “implicando el aprendizaje y el cultivo” (2015, p. 71). Sin embargo, la autora observa que este cambio en la calidad de la atención puede ocurrir con cualquier persona, no necesariamente con ciegos.

La plasticidad del cerebro humano permite la elaboración de nuevas formas de representar y crear mapas sinestésicos, capaces de orientar a las personas para que caminen en la calle, en casa, o donde sea, como vimos en la historia anterior. La constitución de un sistema táctil-sinestésico, en el que están involucrados los movimientos de los dedos, las manos y los brazos, amplía la percepción táctil, dando paso al concepto de percepción háptica, que propone la articulación entre el tacto y la cinestesia ausente en el tacto pasivo, como explica Kastrup. En este proceso, las sensaciones sucesivas se combinan y se sintetizan, movilizadas por el esfuerzo de la atención y la memoria de trabajo (Hatwel apud Kastrup, 2015).

En esta perspectiva, el tacto es más que un conocimiento de contacto, es un sentido de presencia, que, para Kastrup, lleva a la “experiencia del encuentro” (p. 74). La autora cita a Brun, enfatizando que el conocimiento de los objetos puede ocurrir sin la mediación de representación, reconocimiento y procesos intelectuales de inferencia, sucediendo a partir del toque directo con el cuerpo. Otro aspecto importante abordado por la mencionada autora es que la experiencia del toque va más allá de la simple interacción entre sujeto y objeto, constituyendo una experiencia de zona de frontera e indiscernibilidad.

El conocimiento del mundo a través del tacto ciertamente está limitado. Requiere más tiempo para la interpretación de los objetos y las cosas, además de no ofrecer el sentido de

previsión. Quiero decir, no es posible, a través de él, predecir lo que va a suceder, anticiparse o protegerse de obstáculos y amenazas con la misma eficiencia que sería posible si se tuviera la visión, lo que da lugar a caminar de forma cautelosa y cuidadosa, necesitando el uso de bastones y las manos.

La ausencia de visión abre nuevas posibilidades sensoriales. Kastrup (2015) menciona el relato de Pierry Villey, que destaca cómo una persona ciega percibe el mundo de manera diferente, siendo atraída por el toque de las manos y por la voz, que ofrecen una riqueza de sensaciones muchas veces ignoradas por los videntes. La modulación de la voz y la variedad de estímulos táctiles revelan un campo de percepción ampliado. La autora señala que "la visión es capaz de sobrecodificar la cognición e inhibir los otros sentidos" (p. 75), indicando que la predominancia de la visión puede limitar el uso de otras modalidades sensoriales. Esta reflexión es esencial para la enseñanza inclusiva, ya que sugiere la necesidad de metodologías que no dependan exclusivamente de la visión.

Esta capacidad perceptiva es relatada por Lara, quien describe cómo imagina la apariencia de las personas con las que conversa y cómo muchas veces acierta en sus suposiciones. Si alguien es alto o bajo, joven o viejo, gordo o delgado, son características perceptibles por el toque de la mano o el tono de voz que la persona presenta. El "cartón de presentación", según Waldomiro, para él, una persona es considerada bonita por su voz y por su *"manera de hablar"*. *"Hay personas, por ejemplo, que hablan de una manera agradable, es bueno escucharlas"*, dijo él.

A partir de las consideraciones anteriores, se puede inferir que las personas logran aprender a vivir y convivir con su propia discapacidad, reaprendiendo constantemente, lo que constituye una característica del ser humano. Los videntes, con frecuencia, utilizan la visión como el principal sentido, dejando de desarrollar todo el potencial que los otros sentidos poseen. Al perderla, la persona ciega necesita reorganizar sus capacidades, reaprendiendo a articular los sentidos que le quedan, constituyendo un nuevo modelo de percepción del mundo. Este proceso de aprendizaje es complejo y requiere apoyo social e institucional para que las personas puedan desarrollarse plenamente. De hecho, no es solo el ciego quien necesita apoyo para el desarrollo de sus capacidades, todas las personas lo necesitan, el ciego no es diferente.

3.5 Atletas: goalball y desarrollo personal

La historia que contaré ahora tiene como protagonistas a tres amigas, en el rango de edad de 18 a 20 años: Lara, Manoela e Iara. La primera es ciega desde que era bebé, mientras que las otras dos tienen baja visión desde la infancia. Son amigas inseparables, se conocieron en la AJECE, aprendieron a jugar goalball, se dedicaron al deporte y se convirtieron en representantes de la institución en varios torneos por todo Brasil. Ya han viajado por diversos estados brasileños y han traído muchas medallas y títulos, logros que celebran con orgullo ellas y todos en la AJECE.

El goalball es una modalidad paralímpica, desarrollada exclusivamente para personas con discapacidad visual. Según información del Comité Paralímpico Brasileño,

Los partidos se juegan en dos tiempos de 12 minutos, con 3 minutos de descanso. Cada equipo cuenta con tres jugadores titulares y tres suplentes. De cada lado de la cancha, hay una portería de 9m de ancho y 1,30m de altura. Los atletas son, al mismo tiempo, lanzadores y defensores. El lanzamiento debe ser rasante o tocar al menos una vez en las áreas obligatorias. El objetivo es marcar un gol en la red adversaria”.

“La pelota tiene un cascabel en su interior para que los jugadores sepan su dirección. El goalball es un deporte basado en las percepciones táctil y auditiva, por lo que no puede haber ruido en el gimnasio durante el partido, excepto en el momento entre el gol y el reinicio del juego, así como en los descansos oficiales. La pelota tiene 76 cm de diámetro y pesa 1,25 kg.(Goalball - Comité Paralímpico Brasileño (cpb.org.br)).

Para estas atletas, el goalball fue más que una modalidad deportiva. Es también una oportunidad de desarrollo personal e inserción social. Además, la práctica del deporte les trae diversión, felicidad y satisfacción personal. Lara nos contó que, antes de convertirse en atleta y viajar representando a la AJECE, era una chica muy tímida y siempre dependía de otras personas para hacer cosas mínimas que requerían alguna exposición social. Ella relata:

[...] Yo era el tipo de persona que... no hacía nada! Esperaba que alguien hiciera todo por mí, por ejemplo: quería comprar un helado. Me daba vergüenza acercarme a la persona que lo vendía y preguntar el precio, pedir el sabor... A veces esperaba que alguien preguntara por mí. Y a través de la AJECE, con el tema de los deportes y los viajes, me desarrollé en todos los sentidos. Aprendí a ser más responsable con mis cosas, a tener más cuidado con mis cosas, porque, bueno, no tendría a mamá y papá para hacerlo por mí, ¿no? Entonces, si viajaba y... no sé, olvidaba una prenda en el hotel, se quedaría allí, porque no podría volver a buscarla, ¿verdad? Entonces, tenía que ser responsable de... revisar mi maleta, ver si no me faltaba nada, organizarla bien. Y eso me ayudó a desarrollarme personalmente en cuanto a la timidez, porque ellos nos motivaban a hacer cosas, a preguntar, a buscar saber lo que nos interesaba. También me permitió desarrollar el deseo de caminar sola, como todos caminan por las calles y todo eso. Y, de hecho, abrió puertas para la UESB, porque me doy cuenta de que en la Uesb¹⁶ es así, cada uno por sí mismo, nadie va a llegar a resolver tu problema. Tienes que buscar la coordinación de los

¹⁶ Universidad Estadual do Sudoeste da Bahia, donde la chica estudia.

colegiados, la secretaría de los cursos, sea lo que sea, y resolver tu problema. Si fuera esa persona tímida... (Fragmento de entrevista con Lara).

Manoela nos cuenta que el goalball fue una modalidad con la cual se “*identificó bastante*”, porque fue creada para personas con discapacidad visual. En sus palabras:

Comencé a conocer personas que tenían la misma discapacidad que yo, ¿no? Personas que pasaban por situaciones similares a las mías... Eso me ayudó mucho, mucho en verdad. Me motivó a seguir luchando por mis objetivos, mis sueños. Y así el deporte fue algo muy bueno en mi vida. ¡Muy bueno, de verdad! (Fragmento de entrevista con Manoela).

Lara está esperando su tercera córnea. Ya había realizado un trasplante de córnea anteriormente, pero el del ojo izquierdo, lamentablemente, no tuvo éxito. Ella cuenta que mientras esperaba el nuevo trasplante, se unió al goalball en la AJECE:

Conocí a mis mejores amigas. Y viajamos mucho juntas, para competir, y claro, para divertirnos. [...] ¡La AJECE me ayudó mucho! Allí hay tratamiento psicológico, deportes, adaptación. Sin mencionar el amor que nos transmiten a los estudiantes, ¿no? (Fragmento de entrevista con Lara).

La importancia del deporte en la vida de los jóvenes, ya sea para la inserción social, la rehabilitación, o como promotor de una vida más saludable física y mentalmente, es algo bastante difundido. Sin embargo, su impacto en la vida de las personas con discapacidad visual quizás no sea tan conocido. Para estas chicas, la práctica del deporte no es solo la ejecución de reglas en un juego específico, sino un espacio donde se construyen formas de vida en la interacción, donde el significado de la participación emerge en el propio acto de jugar y socializar.

En el capítulo 4 a continuación, después de presentar a los estudiantes, la institución y las cuestiones relacionadas con la historia de estas personas en este capítulo, se discutirán cuestiones relacionadas con la enseñanza de la química, analizadas a partir de una secuencia didáctica. Los datos extraídos se presentan, se discuten y los marcos teóricos que respaldan las ideas propuestas se añaden a medida que avanza la investigación. La filosofía de la química se convierte en el punto clave para la teoría fundamentada que se está delineando.

CAPÍTULO 4 - TRABAJANDO REPRESENTACIONES QUÍMICAS CON ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

Este capítulo presenta los datos y análisis referentes a una secuencia de clases titulada "Trabajando con Modelos Moleculares", en la cual se utilizaron modelos de bolas y varillas, contruidos con palitos de madera y esferas hechas con masa de biscuit¹⁷. El objetivo de la secuencia de clases fue enseñar química, al mismo tiempo que investigábamos si el uso de estos modelos contribuiría al aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual, considerando que los modelos representan entidades que no son palpables en el mundo real. También nos preguntamos si los modelos generarían posibilidades de interacción y integración para estos estudiantes y, en caso afirmativo, cómo ocurrirían estas. Finalmente, buscamos identificar las dificultades que enfrentaron para aprender química utilizando modelos moleculares.

La información fue obtenida mediante observaciones realizadas a partir de la secuencia didáctica, cuyas clases fueron registradas en un diario de campo y grabadas en audio. Se analizaron las anotaciones y transcripciones resultantes, además de entrevistas y planes de clase. Consideramos que estos registros fueron indispensables para identificar las dificultades encontradas por los estudiantes y proporcionar insumos para mejorar las estrategias de enseñanza, los materiales didácticos y el ambiente de aprendizaje. La metodología adoptada para la interpretación de los datos involucró la construcción de categorías y la redacción de memorandos, como propone la GT (Charmaz, 2009). Cada aspecto observado durante el proceso fue descrito en los subítems que se presentarán a continuación.

Es importante señalar que esta no es una propuesta de enseñanza de la química, aunque pueda servir de inspiración para algunos docentes. Somos conscientes de que en esta experiencia tratamos con una situación bastante particular, que tal vez no se ajuste a otras realidades educativas. Además, nuestro objetivo fue enseñar química mientras investigábamos un problema de investigación. A continuación, presento la secuencia de clases realizada, compuesta por cuatro sesiones de cincuenta minutos cada una, siendo dos clases consecutivas por semana.

A lo largo del capítulo, se introducirán conceptos filosóficos y se incorporarán marcos teóricos a medida que se desarrolla la Teoría Fundamentada. Estos marcos son esenciales para sustentar la interpretación de los hallazgos de la investigación, allanando el camino hacia la TFD. Este recorrido conducirá hacia la filosofía de la química y, posteriormente, será guiado por ella, como se detalla en el apartado 4.7.

¹⁷ Masa para modelar utilizada en artesanía.

4.1 Planificación de la secuencia didáctica: desafíos y estrategias

A pesar de haber desarrollado diversas clases en el ámbito de AJECE durante los años 2017, 2018 y 2019, opté por seleccionar solo una secuencia didáctica para su análisis en esta tesis. La decisión de este recorte no se debió a la irrelevancia de las demás experiencias, sino a una limitación del alcance investigativo frente a la complejidad de los datos y la densidad analítica requerida. Así, la elección recayó sobre una secuencia de cuatro clases que resultó particularmente significativa en términos de construcción y apropiación del lenguaje químico por parte de los estudiantes.

De esta forma, se elaboró la secuencia didáctica, cuyo objetivo fue trabajar el lenguaje químico, comenzando con una revisión sobre los modelos atómicos y construyendo conceptos como elemento químico, sustancia simple y compuesta, moléculas y enlaces químicos, entre otros. Además, se discutió el papel de los modelos en la química, preparando a los alumnos para comprender en mayor profundidad el contenido sobre enlaces químicos en un momento posterior. Así, se buscó enseñar a los alumnos cómo utilizar los modelos químicos, pero también cómo, a partir de ellos, comprender el contenido.

Esta experiencia fue motivada por observaciones y cuestionamientos surgidos durante la enseñanza de modelos atómicos en AJECE en el año 2016, anterior al considerado en esta investigación. En esa oportunidad, en colaboración con practicantes y estudiantes del curso de licenciatura en Química de la Universidad Estatal del Sudoeste de Bahía¹⁸, desarrollamos modelos físicos para ofrecer a los alumnos con discapacidad visual la oportunidad de explorar y comprender las estructuras atómicas a través del tacto. Sin embargo, durante el proceso, se encontraron desafíos inesperados que comprometieron la eficacia de los modelos. Por ejemplo, el uso de abalorios (miçangas¹⁹) para representar protones y electrones resultó problemático debido a la similitud de los materiales utilizados, lo que dificultó la diferenciación de las partículas por parte de los estudiantes.

En el modelo atómico, los abalorios no proporcionaban pistas táctiles suficientes para que los alumnos distinguieran entre protones y electrones. Esto remite al concepto de *affordance*, indicando que el material no ofrecía pistas perceptuales adecuadas para la función cognitiva esperada. La textura, forma y tamaño de los abalorios no favorecían la diferenciación de las

¹⁸ Eventualmente, recibíamos a estudiantes del curso de Licenciatura en Química para realizar actividades pedagógicas con los alumnos de la AJECE.

¹⁹ Pequeñas cuentas, generalmente esféricas, hechas de diversos materiales como vidrio, plástico o madera, utilizadas en artesanía, como en bisutería, por ejemplo.

partículas, comprometiendo la interacción sensorial y la comprensión del modelo (Gregório, Ramos & Laburu, 2019).

En otra ocasión, se intentó crear un cartel en Braille, utilizando botones para representar los puntos característicos de este sistema de escritura. Cada botón fue cuidadosamente fijado en la cartulina, con el objetivo de simular la configuración de las letras en Braille. Sin embargo, nuestras intenciones no se concretaron como se esperaba. Durante la actividad, los alumnos exploraron el cartel de forma táctil, pero sus asociaciones no alcanzaron el objetivo propuesto. Aunque notaron los botones y reconocieron sus similitudes en tamaño y forma, no identificaron la representación de letras en Braille.

Se cree que la escala del modelo fue un factor importante en esta dificultad, ya que el tamaño de los botones impidió la percepción clara de las letras. La relación entre las partes y el todo (Harré y Llored, 2009) no fue preservada en la percepción de los estudiantes. El modelo pretendía representar el Braille, pero, debido a la escala de los botones, los alumnos no lograron percibirlos como elementos que forman un conjunto significativo de caracteres. Esto sugiere que la configuración espacial de las partes (botones) no evocó la totalidad del sistema Braille en la experiencia táctil de los estudiantes.

En el caso del cartel, la elección de los botones y su disposición no permitió que las letras emergieran como unidades reconocibles, rompiendo la relación entre las partes (botones) y el significado esperado (las letras Braille). La percepción del todo no emerge automáticamente de la suma de las partes (Contarato, 2022). La actividad demostró que simplemente colocar botones en una configuración similar al Braille no fue suficiente para que los estudiantes percibieran la totalidad del sistema de escritura táctil. Esto refuerza la importancia de prestar atención a cómo se conectan los componentes individuales de un modelo y cómo son interpretados dentro de un contexto específico, sin considerar únicamente sus componentes aislados.

En la lectura en Braille, los estudiantes están acostumbrados a dimensiones más pequeñas que las del modelo alternativo propuesto. Al explorar el cartel con los dedos, sintieron distintamente los puntos, pero el tamaño ampliado y el espaciado entre los botones dificultaron la percepción inmediata de las letras. Faltaba la comprensión del todo, lo que evidenció la necesidad de ajustes en el modelo para garantizar una percepción más eficiente.

Por lo tanto, fue necesario explicarles explícitamente el propósito e incentivarlos a “alejarse” en el espacio del modelo presentado, con el fin de que pudieran discernir los espacios intencionales existentes en ese modelo. Solo así algunos alumnos comenzaron a comprender y atribuir sentido al modelo propuesto. Sin embargo, no todos lograron identificar las letras, requiriendo orientación de las manos sobre los botones fijados en la cartulina y explicación de la posición de cada botón en el conjunto. Polanyi (Melo y col., 2029) critica la visión objetiva del

conocimiento en la cual los objetos, a través de la observación, nos ofrecen datos que son independientes de nuestra percepción de la realidad y de la verdad, separando así el conocimiento del conocedor.

El Cuadro 9 sintetiza algunos de los episodios relatados en relación con las dificultades encontradas con estos modelos. Tales observaciones preliminares fueron compiladas en ese cuadro, para señalar algunas de las dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual, relacionadas con la interacción entre el alumno, el objeto y el entorno.

Cuadro 9. Situaciones observadas en clase en las que la relación alumno/objeto/entorno causó dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje

Situaciones en las que la relación alumno/objeto/entorno dificultó el proceso de enseñanza y aprendizaje
La no comprensión del modelo de escritura en Braille producido con botones, debido a las diferentes dimensiones y espaciados;
Necesidad de percibir el todo y sus partes;
Las uniones y imperfecciones en los modelos atómicos entregados a los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia, a partir de las observaciones realizadas en el aula y registradas en el diario de campo y/o transcripciones de clases grabadas.

Las diferentes dimensiones y espaciados de los botones que simulaban la escritura en Braille dificultaron la percepción de los estudiantes sobre lo que queríamos representar. Así, la falta de correspondencia entre el modelo utilizado y la representación en Braille perjudicó la identificación correcta de las letras. Además, las uniones e imperfecciones presentes en los modelos atómicos contruidos por nosotros y entregados a los estudiantes revelan que dichas imperfecciones pueden haber comprometido la claridad y precisión de las estructuras atómicas representadas, afectando negativamente el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Constatamos que los modelos utilizados no fueron comprendidos de inmediato por los estudiantes, requiriendo explicaciones complementarias. Esto nos lleva a reflexionar sobre la adecuación de los modelos y representaciones que empleamos en la enseñanza de la química, cuestionando si realmente son accesibles, no solo para estudiantes con discapacidad visual, sino también para los demás. Asimismo, observamos que aspectos como dimensiones, espaciados, ondulaciones, uniones, materiales inadecuados y otras imperfecciones pueden generar obstáculos para la comprensión de los estudiantes, más allá de las dificultades conceptuales.

Podemos inferir que, incluso los modelos sin esas imperfecciones no son autoexplicativos, ni siquiera para los estudiantes videntes. Sin embargo, tratándose de alumnos con discapacidad visual, algunos detalles pueden generar dudas adicionales, creando obstáculos aún más significativos. Lo observado está de acuerdo con las ideas de Laburu y col. (2017).

Las cuestiones planteadas inicialmente evidenciaron la necesidad de adoptar un enfoque diferenciado para la enseñanza, que promoviera una mayor interacción y integración de los estudiantes y nos ayudara a comprender mejor las percepciones de los alumnos con discapacidad visual. En colaboración con el profesor voluntario en AJECE, se elaboró una secuencia didáctica, de acuerdo con los planes de clase presentados a continuación, para la enseñanza de los enlaces químicos. Se emplearon modelos para facilitar la comprensión de los estudiantes.

Se decidió, entonces, comenzar con la manipulación y uso de los modelos, explorando la representación de las estructuras que los componen y el lenguaje químico utilizado para nombrar cada parte y sus respectivas estructuras. Solo después de que los estudiantes demostraran comprensión sobre el funcionamiento de los modelos y sus posibilidades de uso, avanzaríamos al estudio de los elementos químicos y sus enlaces. Para ello, consideramos esencial una mayor participación de los alumnos en la construcción de estas representaciones.

Durante las clases, exploramos la manipulación de los modelos moleculares, preguntando a los alumnos sobre el significado de cada componente. Utilizamos estos modelos para repasar los conceptos de elemento químico, sustancias y enlaces, ilustrando las conexiones con palitos. Introdujimos los enlaces químicos, enfocándonos en la identificación de enlaces simples, dobles y triples, sin diferenciar los tipos. El objetivo principal fue familiarizar a los estudiantes con los modelos, preparándolos para profundizar el estudio sobre los enlaces químicos.

A partir de las observaciones realizadas, se extrajeron algunas categorías que contemplan los principales aspectos de las clases, permitiendo el análisis de la evolución de los estudiantes en términos de participación, comprensión de los conceptos e implicación en las actividades. Los resultados evidencian conceptos que serán discutidos a lo largo de esta tesis. Cabe destacar que los marcos teóricos presentados a lo largo del texto fueron integrándose de manera gradual, conforme la información emergía de los datos y demandaba articulaciones conceptuales para su comprensión.

4.1.1 Planes de clase

Estas clases fueron elaboradas con el objetivo de enseñar química a estudiantes con discapacidad visual, basándonos en nuestras experiencias más recientes —aunque limitadas— en el contexto de AJECE. Hasta ese momento, no habíamos tenido contacto directo con estudiantes con discapacidad visual, y nuestras prácticas pedagógicas habían sido desarrolladas

exclusivamente con alumnos videntes. Por ello, muchas de las decisiones tomadas en la planificación y ejecución de las actividades fueron, en un primer momento, guiadas por el sentido común y por las representaciones que teníamos sobre las posibilidades de aprendizaje de estos estudiantes.

El desafío era grande: partir del repertorio didáctico acumulado y, al mismo tiempo, buscar estrategias accesibles que nos permitieran repensar el lenguaje químico y su mediación con sujetos que no comparten la experiencia visual. Encontramos aportes iniciales en Vygotsky (2009; 2022), quien nos ayudó a comprender el papel central del lenguaje en la constitución del pensamiento y en el desarrollo de las funciones psíquicas superiores en personas con discapacidad visual. Su concepción nos permitió reconocer que el conocimiento no se adquiere únicamente por la percepción sensorial inmediata, sino que se construye socialmente a través de las interacciones y del lenguaje, lo cual nos abrió caminos para explorar otras formas de representación y comunicación de los conceptos químicos, más allá de la imagen.

Con el tiempo, comprendí que las respuestas que buscaba sobre la enseñanza de la química —especialmente frente al desafío de enseñar a quienes no ven— no se encontraban solo en la pedagogía o en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias. La filosofía comenzó a presentarse como un campo fértil para reflexionar sobre los fundamentos de la propia química. Fue a través de Bachelard que entendí que la química posee una estructura conceptual y epistemológica propia, marcada por obstáculos al pensamiento y por rupturas con el sentido común, y que comprender esta lógica podría ayudarme a crear nuevas posibilidades de acercamiento entre los estudiantes y los saberes químicos, incluso —o sobre todo— cuando la visión no está presente.

Nuestras experiencias, incluyendo lo que aprendimos en el diálogo con los estudiantes, nos hicieron percibir que el uso de modelos podría ser productivo en este proceso. Sin embargo, antes de utilizarlos como recurso didáctico, entendimos que era necesario enseñar sobre los modelos —es decir, discutir su naturaleza, sus limitaciones, sus finalidades y los contextos en los que se construyen y utilizan en la ciencia— y también cómo utilizarlos, explorando las posibilidades de manipulación, representación e interpretación que ofrecen. Trabajar sobre los modelos implicaba promover una reflexión metacognitiva sobre su papel en la construcción del conocimiento químico; trabajar con los modelos, a su vez, implicaba instrumentalizar a los estudiantes para que estos artefactos se convirtieran en mediadores del lenguaje químico.

Así, centramos nuestra atención en el uso de los modelos y en las percepciones que podrían transmitir a los estudiantes con discapacidad visual. Más que utilizarlos como meros instrumentos ilustrativos, buscamos enseñar qué representaba cada parte de la estructura, qué

debía observarse y manipularse, y qué era o no relevante para la comprensión de los conceptos químicos.

Nuestro objetivo era permitir que los estudiantes aprendieran a interpretar y operar con los modelos, comprendiendo tanto su materialidad como sus posibilidades simbólicas. Por ejemplo, nos detuvimos en cómo representar un átomo aislado y diferenciarlo de una molécula, cuántos enlaces estaban involucrados, si la sustancia era simple o compuesta, y cómo estas representaciones podrían entenderse dentro de un sistema químico más amplio. Este cuidado tenía como finalidad la formación de un lenguaje común entre estudiantes y profesores, mediado por estructuras táctiles y por el diálogo.

Nuestra ignorancia sobre cómo aprenden las personas con discapacidad visual nos llevó a cometer algunos errores, especialmente al inicio, como ya fue relatado. Aprender sobre este proceso se tornó una necesidad urgente. Buscar apoyo metodológico en las investigaciones sobre enseñanza de la química dirigidas a estudiantes con discapacidad visual nos ayudó, pero aún así no fue suficiente para comprender en profundidad lo que podríamos esperar de este proceso y cómo debíamos posicionarnos ante los desafíos que surgían.

Más adelante, comprendimos que los juegos de lenguaje que aprendimos a jugar como profesores de química seguían reglas diferentes de las de nuestros estudiantes. Mientras que la enseñanza de la química tradicionalmente opera a partir de representaciones visuales, nuestros estudiantes, que no tienen acceso a estas imágenes, estaban adquiriendo el lenguaje de formas distintas, desafiándonos a repensar las formas de mediación y los recursos que utilizamos para hacerla accesible a todos.

Así pensando, elaboramos las clases que se presentan a continuación. Reitero que no las presento con la intención de proponer un enfoque metodológico, sino como un punto de partida para entender cómo estos estudiantes aprenden química.

Plan de clase 1**Clase 1: Una breve revisión sobre los Modelos Atómicos y conceptos relacionados**

Objetivos: Reflexionar sobre el papel del modelo en la química; revisar brevemente el contenido de los *modelos atómicos* y algunos conceptos relacionados, utilizando modelos alternativos y reproduciendo el modelo atómico de Dalton con masa de porcelana fría (biscuit). Abordar el concepto de elemento químico.

Estrategias:

- ✓ Clase dialogada, buscando la participación de los estudiantes, interrogándolos y escuchándolos; partir del cuestionamiento: ¿Qué es un modelo y cuál es la función de los modelos en la química?
- ✓ *Rescate de la materia discontinua*: recordar brevemente los modelos atómicos que ya han estudiado, desde el modelo atómico de Dalton hasta el de Rutherford-Bohr.
- ✓ Entregar a cada estudiante un pedazo de masa de porcelana fría para que construyan el modelo atómico de Dalton; tratar la representación de diferentes átomos, estableciendo formas de distinguirlos.
- ✓ Construir el concepto de elemento químico.

Evaluación: Observar la comprensión de los estudiantes a partir de su participación en la discusión del tema.

Referencias:

SANTOS, Wildson; MOL, Gérson. Química Cidadã. Química Ensino Médio. Coleção Química Cidadã. 1ª série, 3ª edição. Ed. AJS, São Paulo, 2016.

CISCATO, Carlos Alberto; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano. Química geral, volume 1, 1ª ed. Moderna, São Paulo, 2015.

BIANCHI, José Carlos Azambuja; ALBRECHT, Carlos Henrique; MAIA, Daltamir Justino. Universo da Química, Coleção Delta, FTD, São Paulo: 2005.

Plan de clase 2**Clase 2: Átomos, moléculas y el concepto de sustancia: un estudio a partir de la manipulación de modelos de esferas y varillas**

Objetivos: Los estudiantes deberán aprender, mediante el uso de modelos, a diferenciar sustancias simples de sustancias compuestas y mezclas; comprender el concepto de sistemas; y entender las contribuciones del modelo de Dalton, incluso en las representaciones moleculares.

Estrategias:

1. Utilizar un enfoque dialógico. Comenzar preguntando sobre el significado de conceptos como átomo, molécula y sustancia, siempre escuchándolos y haciendo inferencias cuando sea necesario;
2. Tomar como punto de partida los modelos contruidos por los estudiantes en la clase anterior;
3. Luego, presentar modelos de moléculas, como agua, gas oxígeno y monóxido de carbono, explicarlos a los estudiantes, destacando la representación de cada átomo, sus similitudes, diferencias y los enlaces entre ellos, introduciendo el concepto de sustancia;
4. Introducir el concepto de sistema para delimitar los conjuntos de especies químicas observadas;
5. Entregar porciones de porcelana fría (biscuit) y palillos a los estudiantes y pedirles que construyan otras moléculas, como el CO_2 , por ejemplo. Preguntar cómo imaginan que es esta molécula, a partir de la demostración y explicación del modelo representativo del CO ;
6. Hablar sobre las diferencias entre los átomos y pedirles que propongan otras formas de diferenciarlos en el modelo.

Evaluación: Evaluar a partir de la participación de los estudiantes en la discusión del tema, en la elaboración de las moléculas propuestas y en los argumentos utilizados para justificar sus elecciones.

Referencias:

SANTOS, Wildson; MOL, Gérson. Química Cidadã. Química Ensino Médio. Coleção Química Cidadã. 1ª série, 3ª edição. Ed. AJS, São Paulo, 2016.

CISCATO, Carlos Alberto; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano. Química geral, volume 1, 1ª ed. Moderna, São Paulo, 2015.

BIANCHI, José Carlos Azambuja; ALBRECHT, Carlos Henrique; MAIA, Daltamir Justino. Universo da Química, Coleção Delta, FTD, São Paulo: 2005.

Plan de clase 3**Clase 3: Identificación de sustancias simples, compuestas y mezclas a partir de la manipulación de modelos de esferas y varillas****Objetivos:**

Al final de la clase, los estudiantes deberán, mediante la resolución de ejercicios y utilizando como apoyo los modelos que construyeron en la clase anterior, demostrar su capacidad para: identificar átomos, moléculas y sustancias (simples y compuestas); comprender el concepto de sistema en química y aplicarlo en el contexto de la clase. Es importante destacar que se pretende enseñar el *funcionamiento* de los modelos, para que aprendan a utilizarlos, así como el lenguaje relacionado.

Estrategias:

Entregar a los estudiantes cuatro sistemas que contienen modelos, uno a la vez, los cuales deberán manipular (tocar) e identificar según lo solicitado. Por ejemplo: en uno de los sistemas hay cuatro modelos de átomos, dos iguales y dos diferentes; un modelo molecular angular, con un átomo central unido por enlaces simples a otros dos átomos del mismo tamaño; y otra molécula compuesta por dos átomos del mismo tamaño unidos por un enlace triple.

A partir de la manipulación de los objetos, los estudiantes deberán responder al siguiente ejercicio:

- 1) Identifica cuántos átomos y cuántas moléculas hay en el sistema.
- 2) ¿Cuántas sustancias están presentes en el sistema? Justifica tu respuesta.
- 3) ¿Cuántas de las moléculas son compuestas? Identifícalas.
- 4) Identifica en el sistema tres átomos aislados y una molécula simple.

Evaluación: Observación directa de la participación de los estudiantes en la resolución de la lista de ejercicios.

Referencias

SANTOS, Wildson; MOL, Gérson. Química Cidadã. Química Ensino Médio. Coleção Química Cidadã. 1ª série, 3ª edição. Ed. AJS, São Paulo, 2016.

CISCATO, Carlos Alberto; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano. Química geral, volume 1, 1ª ed. Moderna, São Paulo, 2015.

Plan de clase 4

Clase 4: Enlaces simples, dobles y triples: construyendo modelos moleculares con esferas y varillas

Objetivos:

- Los estudiantes deberán construir modelos moleculares y conocer cada una de sus partes; conocer las posibilidades de enlaces, ya sean simples, dobles o triples, buscando desarrollar habilidades y conocimientos previos que ayuden, posteriormente, en la comprensión de los enlaces químicos.

Estrategias:

Entregar a los estudiantes los materiales (porcelana fría y palillos) y solicitarles que construyan modelos moleculares, teniendo en cuenta las orientaciones recibidas y la discusión sobre el tema. Las moléculas utilizadas en clases anteriores estarán disponibles para consulta.

Evaluación: Observación directa de la participación de los estudiantes en la resolución de los modelos propuestos durante la clase.

Referencias:

SANTOS, Wildson; MOL, Gérson. Química Cidadã. Química Ensino Médio. Coleção Química Cidadã. 1ª série, 3ª edição. Ed. AJS, São Paulo, 2016.

CISCATO, Carlos Alberto; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano. Química geral, volume 1, 1ª ed. Moderna, São Paulo, 2015.

BIANCHI, José Carlos Azambuja; ALBRECHT, Carlos Henrique; MAIA, Daltamir Justino. Universo da Química, Coleção Delta, FTD, São Paulo: 2005.

4.2 Función pedagógica de las representaciones químicas

La Química es una ciencia con un lenguaje propio, compuesto por símbolos y representaciones (Laszlo, 2011; Santos; Mól, 2016). Su enseñanza involucra enseñar este lenguaje. Los modelos son una parte integral de este y, en el contexto científico, ayudan a explicar y comprender entidades que no pueden ser observadas directamente. Además de esta función, los modelos también cumplen un importante papel pedagógico, sirviendo como herramientas didácticas.

Como principio, los modelos no son copias de la realidad (H. Silva, 2019; Del Re, 2000), sino construcciones que ayudan a explicar las propiedades y comportamientos de sustancias y procesos químicos. Los modelos son simplificaciones de lo que pretenden representar (Chamizo, 2006). En la enseñanza, estas representaciones son esenciales, ya que facilitan el aprendizaje al transformar conceptos complejos en formas más accesibles y comprensibles, especialmente para estudiantes con discapacidad visual, que dependen de formas táctiles y representaciones alternativas para interactuar con el conocimiento científico.

Según Ribeiro (2014, p.238):

Un diagrama tiene las siguientes características: *Simultaneidad*: forma de exteriorización de la mente humana, tales como mapas, esquemas, tablas, diagramas; se pueden ver relaciones, proposiciones, conceptos; *Espacialidad*: es un espacio significativo; *Hibridismo*: trata de términos icónicos y lingüísticos; *Referencialidad*: siempre tiene un referente en el mundo, son transcripciones; *Operatividad*: también tiene la finalidad de operar, guiar acciones; *Dependencia*: tiene alguna dimensión tácita, depende del texto, del contexto en el que está inscrito.

El cuadro 10, a continuación, presenta algunos fragmentos de la secuencia de clases en los cuales el concepto de representación es utilizado varias veces en el discurso del profesor. En ellos, la idea de representación como ‘realidad’ parece estar presente, pero también es posible observar algunas de sus intervenciones explicando que los modelos ‘no son la realidad’. A veces, el profesor hace referencia a los modelos como ‘la molécula’ o ‘el átomo’, pero también, en otros momentos, señala a los estudiantes que estos son solo modelos, representaciones aproximadas de las especies químicas. Aparentemente, la personificación de los modelos como átomos o moléculas se debe a que, de esta manera, se aproximan los entes químicos a los estudiantes, facilitando la explicación y, posiblemente, la comprensión.

Esta oscilación entre la representación y la realidad está íntimamente relacionada con la construcción del lenguaje químico, donde las palabras y los símbolos utilizados tienen significados específicos que pueden variar según el contexto. El profesor, al reconocer que los

modelos son representaciones, permite que los estudiantes se familiaricen con el lenguaje científico mientras aprenden a discernir entre la abstracción y la realidad, es decir, comprenden que los modelos tienen limitaciones, pero son herramientas esenciales para el pensamiento científico.

Cuadro 10. Ideas de representación manifestadas en las clases

Idea de representación como ‘realidad’	"¿Me das una bolita de estas y dices que esta bolita es un átomo? ¿Mi ropa está hecha de una bolita de estas?"
	"Entonces, cada uno de ustedes tiene 4 átomos en la mano, ¿no es cierto?"
	"Cada bolita de estas la representamos por un átomo."
	"Observen en sus moléculas, ¿quién tiene solo un enlace? Este es un enlace simple."
	"En mi molécula, por ejemplo, tengo..."
	"¿Cuántos átomos tienes ahí, Waldir?"
	"¿Cuántas moléculas hay...?"
	"Ahora observen, dentro del sistema tengo cuatro átomos de hidrógeno y dos de oxígeno..."
	"Entonces, Luzia, lo que tienes en la mano son dos moléculas..."
Busca explicitar que los modelos no corresponden a una ‘realidad perfecta’	"¡No! Estamos dando esto solo como modelo, para representar..."
	(...) cuando usamos estas bolitas, estamos usando en nuestra representación el modelo de Dalton, ¿se acuerdan?"
	"La química trabaja mucho con representaciones, por eso usa estos modelos. Los átomos son muy pequeñitos, invisibles, por eso usamos los modelos que son aproximaciones de la realidad. En realidad, nadie ha visto un átomo, ¿verdad?"

Fuente: elaboración propia a partir de diario de campo y transcripción de clases grabadas.

Según Del Re (2000), se puede considerar que, para que una afirmación sea verdadera, no es necesario que corresponda con la realidad en todos sus aspectos, relaciones o detalles, sino que debe corresponder a ella solo en la medida en que sea posible. En otras palabras, en la ciencia, a menudo trabajamos con modelos, teorías y conceptos que son aproximaciones de la realidad y que, aunque no son réplicas exactas del mundo físico, aún así son útiles dentro de ciertos contextos. Esta consideración se aplica tanto a los conceptos científicos como a las relaciones entre ellos.

Desde la perspectiva de Kavalek, Ribeiro y col. (2015), el uso de modelos en la enseñanza de las ciencias requiere precaución, ya que los estudiantes tienden a interpretarlos como juguetes o copias literales de la realidad, asumiendo que fueron producidos intencionalmente para representar la realidad con ciertas omisiones. Los modelos se emplean como herramientas para el desarrollo de ideas, no solo como réplicas. Sin embargo, la utilización de modelos concretos, como las "bolitas" que representan átomos, puede dificultar la abstracción necesaria. Para estos autores, la sustitución de signos icónicos y simbólicos por pictóricos compromete la comprensión conceptual, llevando a confusiones entre los modelos.

Los autores mencionados consideran que, aunque el pensamiento químico se caracteriza por la diagramaticidad, el lenguaje discursivo es esencial para la producción y comunicación del conocimiento. Así, estudiar la interconexión entre estos lenguajes es crucial y puede ser un indicador de un buen aprendizaje y práctica química, siendo central en la praxis química. Esta tesis no tiene la intención de abordar este tema. Sin embargo, se considera que en la enseñanza de la química inclusiva, los modelos son una herramienta didáctica importante y, a partir de ellos, el lenguaje químico puede ser aprendido. No obstante, la realización de más investigaciones al respecto ciertamente es necesaria.

A pesar de la falta de consenso entre los filósofos de la ciencia sobre el papel de los modelos, como señalan Barreto y col. (2016), considero oportuno destacar para este estudio el pensamiento de Del Re (2000), citado por los autores anteriormente mencionados, sobre los modelos físicos como herramientas fundamentales para la descripción científica, pero también para la cognición humana, "especialmente en lo que respecta a las cosas que no están directamente accesibles a los sentidos" (p. 6).

Así, entendidos como herramientas didácticas, el uso de modelos es fundamental para representar átomos y enlaces, visualizando estructuras moleculares complejas. El aprendizaje de la manipulación de estos modelos posibilita la comprensión de interacciones químicas y de la estructura atómica. Al mismo tiempo, los estudiantes desarrollan habilidades de observación, siendo orientados a identificar moléculas en función de criterios como el número de átomos y el tipo de enlace.

La transición del lenguaje cotidiano al lenguaje químico ocurre cuando los estudiantes adoptan el vocabulario técnico, aunque mezclado con sus propias palabras (Mortimer y Scott, 2002). En este proceso, la contextualización de los modelos como convenciones científicas resalta su carácter simbólico, utilizado para representar sistemas químicos no observables directamente. De esta manera, la ciencia tiene una naturaleza convencional, basada en acuerdos dentro de la comunidad científica sobre conceptos y representaciones (Silva y Sasseron, 2023).

Estos acuerdos, resultado de discusiones y validaciones colectivas, garantizan la legitimidad del conocimiento y permiten su comunicación y continuidad. En la enseñanza de las ciencias, reconocer esta dimensión convencional es fundamental para que los estudiantes comprendan los conceptos científicos como construcciones históricas que buscan describir el mundo de manera sistemática.

El análisis de las categorías presentadas en el cuadro 10, arriba, permite sintetizar que, en esta investigación, el enfoque pedagógico comienza con la introducción gradual de términos fundamentales como átomos, enlaces y moléculas, facilitando la construcción de una base conceptual. La práctica participativa y el uso de materiales tangibles, como modelos de bolitas y varillas, permiten que los estudiantes se involucren activamente en el proceso de aprendizaje, manipulando modelos e identificando similitudes entre las moléculas. Esto promueve la comprensión de temas abstractos y refuerza la interacción entre el contenido y la práctica, evidenciando la función pedagógica de esta representación.

A partir de las observaciones realizadas y el análisis del cuadro 10, se elaboraron las siguientes categorías sobre el papel pedagógico de las representaciones químicas en esta secuencia de clases:

1. Enfoque Pedagógico

- Enseñanza Conceptual Inicial: Introducción gradual de términos como átomos, enlaces y moléculas, con el objetivo de enseñar los conceptos básicos de la Química.

Ejemplo: "Cada bolita de esta la representamos por un átomo."

- Metodología Participativa y Práctica: Uso de materiales tangibles (como bolitas y varillas) para promover la participación activa de los estudiantes, permitiéndoles construir y manipular modelos.
- Comparación e Identificación de Moléculas: Actividades que involucran la identificación de moléculas semejantes y la comparación de sus estructuras, promoviendo la interacción con los modelos moleculares.

Ejemplo: "¿Cuántas moléculas hay...?"

2. Uso de Modelos Didácticos

- Modelos de Bolitas y Varillas: Uso de modelos físicos para representar átomos y enlaces, facilitando la visualización de estructuras moleculares y conceptos como enlaces simples, dobles y triples.

Ejemplo: "Observen en sus moléculas, ¿quién tiene solo un enlace? Este es un enlace simple."

- Aprendizaje de la Manipulación de Modelos: Enseñanza práctica sobre cómo manipular y construir los modelos moleculares, permitiendo que los estudiantes entiendan la estructura y las interacciones entre los átomos.

3. Desarrollo de Habilidades de Observación y Pregunta

- Criterios para la Identificación de Moléculas: Orientación sobre cómo identificar y diferenciar moléculas, con énfasis en características como el tamaño, tipo de enlace y número de átomos.
- Reconocimiento de la Importancia de los Modelos: Concientización sobre el valor de los modelos moleculares como herramientas esenciales para el estudio de los enlaces y reacciones químicas.

Ejemplo: "La Química trabaja mucho con representaciones, por eso usa estos modelos."

4. Lenguaje y Comunicación en la Enseñanza

- Transición del Lenguaje Cotidiano al Científico: Sustitución gradual de términos comunes por términos químicos específicos, a medida que los estudiantes se familiarizan con el lenguaje científico.

Ejemplo: "¡No! Esto es solo un modelo, para representar..."

- Desarrollo del Lenguaje Químico: Adopción progresiva del lenguaje técnico por parte de los estudiantes, con énfasis en el uso correcto de términos como "átomo", "molécula" y "enlace químico", en sustitución de términos como "palitos", "bolitas".

5. Contextualización y Convenciones Científicas

- Importancia de las Convenciones en la Ciencia: Explicación sobre la naturaleza convencional de los modelos científicos, reforzando que son representaciones simbólicas de fenómenos que no pueden ser observados directamente.

Ejemplo: "En realidad, nadie ha visto un átomo, ¿verdad?"

- Naturaleza Convencional de las Representaciones: Discusión sobre cómo la ciencia utiliza convenciones para simplificar la representación y comprensión de sistemas químicos complejos, facilitando la comprensión de conceptos abstractos.

Estos son los aspectos que constituyen el proceso de enseñanza y aprendizaje, fundamentados en las elecciones pedagógicas adoptadas en la enseñanza del lenguaje químico. Estas categorías se incorporan a lo largo de los análisis por otras más amplias, apareciendo, así, integradas en categorías posteriores.

4.3 Interacciones y Dinámica de Participación de los Estudiantes en la Ejecución de la Secuencia de Clases

Este tema aborda las interacciones interpersonales y con los modelos moleculares. El objetivo es resaltar aspectos relacionados con el proceso de aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual y sus particularidades. El enfoque pedagógico adoptado busca transmitir a los estudiantes una comprensión básica y adecuada del modelo utilizado, ajustando el enfoque sobre cada parte constituyente según el nivel de comprensión de los estudiantes.

En este momento, conceptos como la capa de valencia y la cantidad de electrones involucrados en los enlaces no son abordados. La intención fue, primero, proporcionar una noción de que los átomos se unen mediante enlaces químicos, formando moléculas que pueden representarse por modelos de bolas y palitos fabricados en el aula con masa de arcilla y palillos de madera.

La explicación incluye mostrar a los estudiantes la estructura que simboliza, en el modelo, los enlaces entre los átomos, así como las posibilidades de que existan enlaces simples, dobles o triples. Forma parte de la clase enseñarles a ‘representar’ con los modelos empleados un átomo en su estado aislado o átomos unidos formando moléculas; a reconocer moléculas y su estructura, así como la presencia de diferentes sustancias en un sistema.

Este enfoque busca establecer una base de conocimientos que contribuya a la comprensión sobre la ocurrencia de enlaces químicos y la constitución de moléculas. Los estudiantes manipulan los modelos presentados y construyen otros utilizando los materiales propuestos, bajo la orientación del profesor y de la investigadora. Aprenden a diferenciar los átomos representados por diferentes tamaños de bolas de arcilla, algunas de ellas elaboradas por ellos mismos. La participación de los estudiantes en la construcción de los modelos parece haber ayudado en la percepción acerca de lo que se debe observar en la estructura de los modelos para darles un sentido adecuado.

Al utilizar modelos concretos como estos, los estudiantes tienen la oportunidad de visualizar y manipular las estructuras moleculares, lo que facilita el aprendizaje de los conceptos. El enfoque principal es proporcionar a los estudiantes una comprensión intuitiva y tangible de los

usos de este lenguaje inicial, preparándolos para avanzar hacia temas relacionados con la estructura atómica y los enlaces químicos en el futuro.

Al principio, los estudiantes observaban que las esferas eran de diferentes tamaños y presentaban algunas imperfecciones (como se vio en el cuadro 9 y más tarde en el cuadro 13) y querían saber qué representaba eso. También preguntaban sobre las dimensiones de los palitos, cuyo tamaño no era uniforme e incluso no presentaban las mismas distancias entre sí en la organización del modelo. Estas dudas de los estudiantes quedaron evidenciadas a través de sus comentarios. Por ejemplo, al observar inicialmente los modelos, una de las alumnas pregunta sobre el tamaño de las esferas:

Alumna 1: - “Estas bolitas aquí... hay una grande y una pequeña... ¿esto tiene algo que ver?”

Alumna 1: - “Hay un palito más grande y otro más pequeño aquí...”

En otro momento, el profesor les pide identificar si existen moléculas iguales entre los modelos presentados. Al principio, la alumna dice que sí, que son iguales, pero luego, cuando el profesor les pide que pongan un modelo sobre otro, ella observa que no se ajustan perfectamente y cambia de opinión, diciendo que no, no son iguales. El profesor explica, entonces, que “son iguales” y dice que la imposibilidad de superponer esos modelos se debe a las imperfecciones en la construcción, pero ambas estructuras pueden representar moléculas similares.

Profesor: - “Es porque hay un pequeño ángulo... pero vamos a trabajar con la idea de que estas son iguales. Es porque los agujeros no están en el lugar correcto. ¿Entienden?” (risas de la clase).

Él explicó lo que los estudiantes deberían observar en cada modelo para identificar si se trataba o no de las mismas moléculas. Para ello, deberían considerar el tamaño de las esferas, los tipos de enlaces —si son simples, dobles o triples—, los átomos conectados y la cantidad de átomos involucrados.

Para aclararlo más, los estudiantes fueron llevados a construir modelos y compararlos para evidenciar que, a veces, incluso cuando se busca construir moléculas similares de forma artesanal, algunos detalles pueden pasarse por alto. De esta manera, el profesor los orientó a construir ‘átomos’ de diferentes tamaños, para que pudieran representar diferentes elementos; y consideraran que los palitos que representan los enlaces tienen todos el mismo tamaño, aunque parezcan diferentes. A partir de estas convenciones, los estudiantes construyeron modelos aleatorios, uniendo los átomos con palitos, formando enlaces simples, dobles o triples, sin superar las 4 uniones por átomo. Es importante recordar que la ciencia también trabaja con convenciones, para ajustar modelos y teorías.

De esta forma, se enseñó el manejo de los modelos moleculares contruidos en el aula, utilizando masa de arcilla para moldear "los átomos" y palitos para representar "los enlaces". Tanto el profesor como la investigadora reconocen la importancia de enseñar a los estudiantes a interactuar con los modelos, ya que en etapas posteriores explorarán de manera más profunda el estudio de los enlaces químicos, y los modelos se convertirán en herramientas muy útiles para la comprensión de este contenido.

Para retratar algunas de las interacciones ocurridas, consideramos un pequeño fragmento de una de las clases usando los modelos moleculares, relatado a continuación (Cuadro 11). En esta clase, los estudiantes exploraron la construcción de modelos moleculares utilizando masa de arcilla y palitos para representar los enlaces químicos. Waldomiro comenzó creando una barrera de contención con masa de arcilla para las esferas, organizando los materiales dentro de los límites de esa contención (Figura 3). La actitud de Waldomiro nos llevó a pensar en la necesidad de trabajar con la delimitación de espacios, introduciendo el concepto de sistema, que se discutirá en el siguiente tema.

Figura 3. Barrera construida por el estudiante para acomodar el modelo atómico.



Fuente: Archivo personal (fotografiado durante la clase).

La actividad práctica permitió a los estudiantes 'visualizar' y manipular modelos tridimensionales, profundizando su comprensión sobre la formación de moléculas y la estabilidad de los enlaces químicos.

Cuadro 11. Fragmento de una clase que involucra la manipulación de modelos.

Waldomiro utilizó masa de arcilla para crear una barrera de contención para las esferas. La contención impidió que las esferas rodaran al suelo. Además, delimitó los modelos que Waldomiro debía considerar.

Cuando el profesor solicitó la construcción de un modelo molecular con un átomo con dos enlaces, Ivana creó un modelo con un enlace doble entre dos átomos, mientras que Waldomiro optó por un átomo con dos enlaces simples con otros dos átomos. Atendiendo a la solicitud de un modelo con un átomo con tres enlaces: Ivana lo representó con un átomo central con tres enlaces simples y Waldomiro con uno simple y uno doble.

Al mostrar a los alumnos un modelo con un enlace triple, lo reconocieron de inmediato. Waldomiro exclamó: "¡Ah, sí! ¡Un enlace triple!" El profesor entonces pidió que los alumnos representaran cuatro enlaces. Manipularon los modelos y exploraron diferentes posibilidades. Waldomiro lo representó con un enlace triple y uno simple. El profesor pregunta: - Waldomiro, ¿crees que existe otra posibilidad? Waldomiro respondió animado: - ¡Sí! Y representó dos dobles.

- Ivana, ¿existe alguna otra posibilidad? preguntó el profesor.

Ivana inicialmente hizo cuatro enlaces simples para un átomo central. Pero, tras tocar el modelo de Waldomiro, también hizo dos dobles. La alumna quiso saber: - ¿Puede ser un enlace con cuatro, uno cuádruple?

El profesor explicó que no, que puede haber dobles o triples, pero no cuádruples, pues así la molécula no sería estable.

Waldomiro representó un átomo con cuatro enlaces, de diferentes formas: siendo todos simples; uno doble y dos simples, estando los simples dispuestos de forma lineal; uno doble y dos simples, pero con los enlaces simples perpendiculares; uno triple y uno simple.

El profesor entregó cinco palillos y preguntó si era posible hacer cinco enlaces con un átomo. Los alumnos respondieron que sí, pero el profesor explicó que no, que para ese ejercicio debían considerar hasta cuatro enlaces, pues más que eso extrapolaría la regla del octeto. Mencionó que hay casos de extrapolación de esa regla, pero que no serían abordados en ese momento. Para una síntesis del contenido de esa clase, utilizó los modelos contruidos por los alumnos para demostrar las posibilidades de enlace, afirmando que un átomo generalmente puede hacer hasta cuatro enlaces.

Fuente: elaboración propia a partir de los registros de clase.

Con base en las anotaciones del diario de campo y en fragmentos de clases transcritas, se identificaron las siguientes categorías:

1. Enfoque de Enseñanza Conceptual Introductoria:

- Enfoque en la introducción de aspectos fundamentales de los modelos atómicos y moleculares, sin explorar aspectos más avanzados, como electrones y capas de valencia.
- Establecimiento de una Base Conceptual: el uso adecuado de palabras como átomos, moléculas y enlaces químicos fue facilitado a través de la manipulación de modelos concretos, permitiendo a los estudiantes diferenciar entre sustancias simples y compuestas, mezclas y átomos aislados.

Discusión sobre reglas y excepciones: los alumnos construyeron moléculas simples, pero no exploraron excepciones a la regla del octeto ni casos más complejos de enlaces.

2. Uso de Modelos como Herramienta Didáctica:

- Utilización de modelos concretos, como bolas de arcilla y varillas, para representar enlaces y moléculas, explorando su estructura.
- Los alumnos construyeron sus propios modelos de átomos y moléculas, lo cual generó interacción con los objetos de estudio, notando imperfecciones en el proceso de construcción, como exceso de pegamento y uniones, promoviendo así una reflexión sobre el proceso de fabricación.
- Construcción de moléculas con diferentes enlaces: los estudiantes elaboraron moléculas con enlaces simples, dobles y triples, aunque no se abordó la geometría molecular, lo que limitó la precisión de las representaciones, pero a su vez redujo la cantidad de información en esta etapa inicial.
- Manipulación y denominación de estructuras químicas: los alumnos aprendieron a nombrar cada parte y a manipular los modelos para representar diferentes especies químicas.

3. Participación Activa de los Alumnos en la Construcción de Modelos:

- Fomento a la participación activa en la manipulación y construcción de modelos propuestos, interactuando con los objetos, entre ellos y con el profesor.
- Aprendizaje práctico para diferenciar átomos mediante el uso de bolas de diferentes tamaños.
- Estudiantes inicialmente tímidos, con algún conocimiento previo sobre modelos atómicos.

- Colaboración e intercambio de ideas: los alumnos compartieron sus modelos entre sí para resolver dudas y aprender en conjunto, promoviendo un ambiente de aprendizaje colaborativo.
 - El uso de materiales concretos aumentó el compromiso y la participación de los estudiantes, quienes mostraron mayor interés al interactuar con los objetos físicos.
 - Los alumnos sugirieron materiales alternativos para nuevas construcciones y mostraron curiosidad por explorar otras posibilidades de enlaces químicos.
4. Desarrollo de Habilidades de Observación y Pregunta:
- Estímulo a las habilidades de observación sobre las dimensiones e imperfecciones de los modelos.
 - Manifestación de dudas a través de las intervenciones verbales de los estudiantes, indicando un proceso de cuestionamiento y reflexión.
5. Orientación del Profesorado:
- Intervención directa del profesor y de la investigadora en la orientación sobre la construcción y manipulación de modelos.
 - Cooperación entre docente e investigadora para facilitar la comprensión del contenido por parte de los estudiantes.
6. Enseñanza para la Comparación e Identificación de Moléculas:
- Estrategias para que los estudiantes identifiquen similitudes entre modelos moleculares.
 - Discusión sobre las limitaciones de superposición de modelos debido a imperfecciones en la construcción.
7. Consideraciones sobre Convenciones y Detalles en la Construcción de Modelos:
- Explicación sobre la importancia de considerar las convenciones en la construcción de modelos moleculares.
 - Énfasis en los detalles que pueden pasar desapercibidos durante la construcción artesanal.
8. Reforzamiento del Carácter Convencional de la Ciencia:
- Énfasis en la existencia de convenciones en la ciencia para ajustar modelos y teorías.
 - Comprensión de que la ciencia utiliza representaciones convencionales para facilitar la comprensión de fenómenos complejos.
9. Orientación sobre Criterios para Identificación de Moléculas:
- Explicación de los criterios a considerar al evaluar similitudes entre modelos moleculares.

- Énfasis en el tamaño de las esferas, tipos de enlaces, átomos enlazados y cantidad de átomos involucrados.
10. Ejercicio Práctico en la Construcción y Comparación de Modelos:
- Fomento a la construcción de modelos moleculares, explorando diferentes tamaños atómicos y tipos de enlaces.
 - Énfasis en la importancia de la práctica para la comprensión conceptual.
11. Reconocimiento de la Importancia de los Modelos Moleculares:
- Toma de conciencia sobre la utilidad de los modelos moleculares como herramientas valiosas para el estudio de enlaces químicos.
 - Reconocimiento de que, en etapas posteriores, los estudiantes profundizarán en el estudio de los enlaces químicos.
12. Dinámica de Comunicación e Interacción:
- Interacción profesor-alumno: La comunicación entre el profesor y los estudiantes se realiza de manera cercana, con uso de diálogos, contacto físico para guiar en detalles de los modelos, y el uso de los nombres propios, promoviendo un enfoque más personalizado y participativo.
13. Introducción de Conceptos Abstractos:
- Introducción al concepto de sistema: Se abordó el concepto de "sistema" para facilitar la delimitación de conjuntos de objetos, ayudando a los estudiantes a interpretar y contar correctamente los elementos representados.
 - Curiosidad sobre enlaces químicos: los estudiantes mostraron interés en explorar los enlaces, preguntando sobre la posibilidad de crear enlaces cuádruples en un mismo átomo.

Estas categorías destacan elementos específicos del enfoque de enseñanza, como el énfasis en la práctica, la atención a los detalles en los modelos, las interacciones entre los estudiantes y los objetos, entre los propios estudiantes y con el profesorado, el uso de convenciones en la construcción de modelos, la orientación en los criterios de identificación y la importancia de los aspectos comunicativos que reemplazan al gesto visible, como el acercamiento, el distanciamiento, el contacto físico, el uso del nombre del estudiante, además del uso de modelos moleculares como herramientas esenciales para el estudio futuro de los enlaces químicos.

Desde el punto de vista filosófico, este fragmento permite ampliar la discusión abarcando varias cuestiones relacionadas con la epistemología de la ciencia, la naturaleza de los modelos y

la construcción del conocimiento científico, especialmente en el contexto de la enseñanza de la química. Algunos puntos, en conformidad con las ideas de Harré y Llored (2009) y Gois (2012), incluyen:

1. La naturaleza de los modelos científicos: Las dudas de los estudiantes sobre el tamaño de las esferas y las imperfecciones en las varillas reflejan la relación entre el modelo y la realidad. Este tipo de cuestionamiento puede asociarse con el concepto de que los modelos científicos son representaciones aproximadas e idealizadas de fenómenos. En el caso del modelo de bolas y varillas, las imperfecciones ilustran cómo los modelos representan la complejidad de la naturaleza sin replicarla fielmente.
2. La analogía entre modelos y realidad: La duda sobre la similitud entre moléculas en los modelos puede analizarse a través de la analogía como método científico. El modelo de esferas representa una molécula, pero no es una réplica exacta, ya que las esferas no son idénticas ni las distancias uniformes. Esto permite reflexionar sobre el papel de los modelos como herramientas cognitivas que, aunque limitadas, facilitan la comprensión.
3. La cuestión de la verdad y precisión en el conocimiento científico: La explicación del profesor sobre las imperfecciones del modelo toca un punto crucial en la filosofía de la ciencia: que la ciencia trabaja con aproximaciones útiles, no con verdades absolutas. Un modelo puede considerarse “verdadero” solo dentro de ciertos límites. Así, la representación está relacionada con su uso dentro de un proceso lingüístico.
4. La construcción del conocimiento y el rol del error: El cambio de perspectiva de la alumna al observar que los modelos no se ajustan perfectamente refleja cómo el aprendizaje científico avanza mediante la reflexión crítica sobre la evidencia. Los estudiantes aprenden que los modelos no son perfectos, sino herramientas para explorar ideas, lo que refuerza su carácter convencional y lingüístico.
5. La importancia de la explicación pedagógica: La intervención del profesor al explicar las imperfecciones del modelo resalta el papel de la mediación en la enseñanza de conceptos científicos. El modelo didáctico actúa como mediador simbólico, ayudando a los estudiantes a construir una comprensión más profunda de sus límites y significados, desarrollada a partir de su uso en la práctica.

4.4 Delimitación de espacios, imperfecciones, percepción del conjunto: para ‘ver con las manos’

La delimitación de los espacios de estudio, es decir, del sistema, la percepción de las imperfecciones y la visión global constituyen un enfoque que invita a la comprensión táctil y sensorial. Esta perspectiva única del "ver con las manos" trasciende la percepción visual tradicional, invitando a explorar, comprender y delimitar contextos y objetos a través del contacto físico. En este apartado se explora la importancia y la relevancia de este enfoque en la comprensión y apreciación de los espacios, las texturas y la ‘totalidad de las cosas’, ofreciendo una visión más profunda e inmersiva del mundo que nos rodea.

Razuk y Guimarães (2014) explicitan la importancia de explorar los materiales, sus características y limitaciones. Los docentes deben permitir que los estudiantes lleguen a sus propias conclusiones, pero el diálogo es fundamental; el alumno necesita verbalizar lo que está comprendiendo. Este proceso ayuda en la organización de las ideas e intensifica la apropiación del conocimiento, considerando que “aprender es dialogar con la palabra del otro” (p. 152).

La comprensión del concepto de sistema como un espacio de estudio a ser explorado sensorialmente es particularmente significativa para estudiantes con discapacidad visual, pues permite la visualización y comprensión de las interacciones entre sustancias, reacciones y fenómenos químicos. En química, un sistema se refiere a una parte específica del universo que está siendo estudiada u observada. Es una porción delimitada y enfocada para análisis y estudio.

Esa delimitación puede ser física, como un recipiente cerrado donde ocurre una reacción química, o conceptual, como un área específica de estudio en un experimento o investigación (Russel, 1981). En clase, el alumno Waldomiro delimitó el espacio para contener los modelos usando masa de arcilla (Figura 3). Con esto, no solo evitó que las esferas cayeran de la mesa, sino que también pudo identificar qué esferas debía considerar para el estudio en el momento adecuado.

A través de una descripción detallada del sistema, ya sea mediante lenguaje verbal, táctil u otros recursos accesibles, los estudiantes pueden conceptualizar las diferentes partes involucradas en una reacción química o en un experimento, comprendiendo sus relaciones e interacciones. Ofrecer descripciones precisas y detalladas de los sistemas en estudio permite a los estudiantes con discapacidad visual organizar la experiencia sensorial y discursiva, facilitando su participación activa en clase y ampliando sus posibilidades de comprensión.

Así, el concepto de sistema en química se convierte en una herramienta útil para delimitar espacios y objetos, haciendo que la experiencia táctil sea más accesible para los alumnos con discapacidad visual. A continuación, se presentan algunas formas en que esto puede ocurrir:

1. Definición del espacio de la experiencia:

Al describir un sistema químico, se puede delimitar el espacio físico donde ocurre la reacción. Esto es esencial para que el estudiante con discapacidad visual tenga una comprensión clara del entorno en el que se desarrolla la experiencia. Por ejemplo, si una reacción química ocurre en un recipiente específico, es crucial describir sus dimensiones, forma y estructura para que el alumno pueda comprender el espacio.

2. Identificación de los objetos y sustancias involucradas:

Al delinear el sistema, se describen los objetos y sustancias presentes en él. Esto permite al alumno entender, a partir de la interacción con los objetos, qué elementos están involucrados en la reacción o experimento, ya sea mediante descripciones verbales detalladas o mediante el uso de representaciones táctiles, como modelos físicos o texturas que representen diferentes sustancias.

3. Relación entre los elementos:

Describir cómo interactúan los elementos dentro del sistema es fundamental. Por ejemplo, se puede explicar cómo las sustancias se mezclan, reaccionan entre sí o cambian de estado físico. Esto permite al estudiante comprender las relaciones y conexiones entre los diferentes componentes del sistema.

4. Tiempo y progresión de la experiencia:

Al delimitar el sistema, también se puede describir la evolución temporal de la experiencia, destacando las diferentes etapas o fases de la reacción química. Esto ayuda al estudiante a seguir y comprender la secuencia de eventos que ocurren con el tiempo.

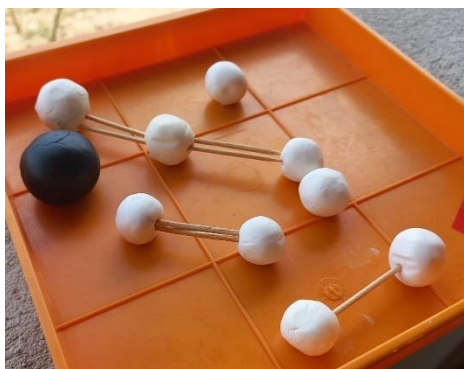
5. Comprensión abstracta:

Además de la representación física, la delimitación del sistema también permite una comprensión abstracta de los términos del lenguaje químico. Esto implica ayudar al estudiante a comprender, más allá de los aspectos tangibles de la experiencia, los significados y principios subyacentes a la reacción química.

El Cuadro 12, a continuación, evidencia que la delimitación de espacios está directamente relacionada con la comprensión del sistema representado en la bandeja (Figura 4) utilizada en clase, donde se dispusieron modelos de especies químicas organizados para su investigación. A través de la interacción táctil y de la descripción verbal, se guía al estudiante para identificar las diferentes especies químicas presentes. La instrucción del profesor para que el alumno "pase una

vez más la mano sobre la bandeja" destaca la importancia de este contacto y de la delimitación espacial para una exploración más detallada.

Figura 4. Bandeja con modelos confeccionados por los alumnos.



Fuente: Archivo personal (fotografiado durante la clase).

Cuadro 12. Evidencias de la necesidad de delimitación de un sistema para el manejo de los objetos.

Situaciones en el aula que evidencian la necesidad de delimitación de un sistema
Un alumno construye un 'delimitador' (una barrera con masa de arcilla) para evitar que los objetos caigan y para tener en cuenta cuáles debe considerar en su análisis.
El profesor entrega una bandeja con diferentes modelos de especies químicas. La alumna no percibe todos los elementos presentes, por lo que el profesor le indica: "pasa la mano" por la bandeja una vez más.
Un alumno no cuenta correctamente todas las esferas contenidas en la bandeja; omite una. El profesor le pide: "pasa la mano una vez más".
Mientras observa los elementos en la bandeja, el alumno pregunta: "¿dejé escapar alguna?"
Al identificar los modelos presentes en la bandeja, el alumno comenta: "hay dos [esferas] interconectadas, formando una molécula, y otras dos también interconectadas formando otra molécula, y dos están separadas." "(...) Sí, están en el mismo espacio (refiriéndose al sistema bandeja), pero están separadas."

Fuente: Elaboración propia, a partir de las observaciones realizadas en el aula y registradas en el diario de campo y/o transcripciones de clases grabadas.

Al identificar las esferas interconectadas y las separadas, el alumno no solo reconoce las características individuales, sino también la organización de estas partes, lo que facilita un análisis

más claro de las estructuras moleculares y las relaciones entre las especies químicas. El modelo sensorial no solo representa las partes, sino que también puede ofrecer las condiciones para que el alumno perciba y entienda sus interrelaciones. Estos aspectos están relacionados con los conceptos de affordance y de mereología, que se discutirán posteriormente.

Además, es importante señalar que las imperfecciones en el modelo pueden dificultar la comprensión, ya que pueden ser interpretadas como partes del modelo. Destacamos en los registros las dudas mostradas por los alumnos respecto a las características percibidas por ellos en los modelos. El cuadro 13 se construyó con algunos de estos puntos y con las imperfecciones que observamos en las estructuras. Los datos de la tabla se han discutido aquí en cuanto a la interferencia que presentaron en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la secuencia en cuestión.

Cuadro 13. Posibles obstáculos para el aprendizaje detectados en los modelos, a partir de imperfecciones.

Posibles obstáculos observados	¿Dificultaron la comprensión?	Razones para creer que dificultaron o no la comprensión
Proporciones/dimensiones	Sí, al principio.	Los palitos no estaban igualmente posicionados, y algunos parecían más grandes que otros, generando cuestionamientos por parte de los alumnos. Explicamos que se debía a imperfecciones en la ejecución del modelo, ya que los palitos tenían tamaños similares.
Uniones	No	Las uniones que aparecieron en las bolitas no comprometieron, porque los alumnos las habían construido y sabían que la intención era producir un artefacto perfectamente redondeado, pero el material utilizado dificultaba la ejecución.
Diferencias de tamaño de las esferas	No, en la situación observada ayudó a diferenciar los objetos.	En cuanto al tamaño, se convenció al inicio de la clase que diferentes tamaños de esferas representarían átomos diferentes.
Líneas y grietas en la superficie	No, similar a lo que ocurrió con las uniones.	Las líneas y grietas que aparecieron en las bolitas no comprometieron, porque los alumnos las habían construido y sabían que la intención era producir un artefacto perfectamente redondeado, pero el material utilizado dificultaba la ejecución.
Resistencia/falta de resistencia	Sí, dificultaba el manejo, ya que las estructuras a veces se soltaron hasta	Necesitaba rehacer, esperar a que se secara un poco, lo que podía confundir a los alumnos, aunque no

	que se secaron y se hicieron más resistentes.	fueron muchas las estructuras que se rompieron.
Percepción táctil de pequeños detalles	Tal vez, porque son muchos puntos a observar, aunque parte de las imperfecciones observadas ya eran conocidas por los alumnos.	Los alumnos manipulaban de manera lenta y delicada, lo que requiere tiempo y atención.
Conexión = separación	Sí, de alguna manera, porque ambos puntos de vista son válidos para la interpretación.	Fue necesario aceptar convencionar que el palito representa una unión química, en este caso, representa la unión entre los átomos, aunque también mantiene entre ellos una distancia segura.

Fuente: Elaboración propia, a partir de las observaciones realizadas en el aula y registradas en el diario de campo y/o transcripciones de clases grabadas.

El cuadro 14, a continuación, muestra algunas de las situaciones ocurridas en las clases, en las cuales los detalles de los modelos son abordados por los alumnos y explicados por el profesor, incluyendo algunos momentos en los que se hacen algunas convenciones.

Cuadro 14. De la percepción de los modelos y sus imperfecciones.

Evidencias sobre las percepciones de los modelos, sus imperfecciones y el uso de convenciones
El profesor le pregunta a una alumna si las moléculas en su bandeja son iguales. Al principio, la alumna responde que sí, pero al intentar verificar si hay posibilidad de superposición, llega a la conclusión de que no son iguales. El profesor interviene y le pide que considere que son iguales, explicando que el hecho de no poder superponerlas se debe a que los “agujeros para insertar el palito no están en las mismas medidas”, lo que sería una “imperfección en la fabricación del modelo”.
La alumna observa que “un palito es más grande que el otro” (refiriéndose a los palitos que representan las uniones).
El hecho de que los tamaños de los modelos atómicos sean muy similares dificulta diferenciarlos (ya que en estos modelos se identifica la diferencia entre los átomos a través del tamaño). En una situación, el profesor explica a una alumna que no puede preguntarle cuántos tipos de átomos existen en ese sistema, ya que los tamaños son muy similares y no hay otro mecanismo en esos modelos para diferenciarlos.
Uso de convenciones
Para que los alumnos supieran cuándo estaban manipulando moléculas iguales, aunque no lo parecieran debido a las imperfecciones del modelo, el profesor acordó con ellos: “Pero vamos a trabajar con la idea de que estas son iguales. Es porque los agujeros no están en el lugar correcto. ¿Entienden?” (risas de la clase).
El profesor los orientó a construir ‘átomos’ de tamaños diferentes para representar diferentes elementos y a considerar que los palitos que representan las uniones tienen todos el mismo tamaño, aunque parezcan diferentes.

Fuente: Elaboración propia.

En la primera situación descrita en el Cuadro 14, cuando la alumna inicialmente percibe que dos moléculas no se superponen, ella está reconociendo una discrepancia entre los modelos. El profesor interviene y sugiere que consideren las moléculas como iguales, señalando una posible explicación para la no superposición: las diferencias en los agujeros para insertar los palitos, identificadas como una imperfección en la fabricación de los modelos. Esto subraya la importancia de discutir no solo las estructuras representadas, sino también las limitaciones de los propios modelos.

Además, la observación de la alumna sobre las diferencias de tamaño en los palitos que representan las uniones, en el segundo ítem del Cuadro 14, pone en evidencia otra imperfección en los modelos. Esta inconsistencia en la representación puede dificultar la comprensión, dado que la precisión es fundamental para identificar correctamente las estructuras moleculares. En este sentido, el papel de la "convención" es ajustar estas discrepancias, y la orientación del profesor se vuelve esencial.

La similitud en los tamaños de los modelos atómicos también representa una limitación, dificultando la distinción entre diferentes átomos, ya que esta diferenciación generalmente ocurre a través del tamaño en los modelos. Esto genera una dificultad adicional para identificar los elementos, impactando directamente la comprensión de los tipos de átomos presentes en las estructuras moleculares representadas.

Es interesante notar que, al sugerir que los alumnos consideraran los palitos como de igual tamaño, el profesor estaba estableciendo una convención específica para facilitar la comprensión durante la actividad. Esta acción destaca la importancia de las convenciones en la comunicación científica y en el proceso de aprendizaje en el aula.

Al solicitar que los alumnos trataran los palitos como iguales, el profesor probablemente buscaba simplificar la actividad, permitiendo que se concentraran en comprender las estructuras moleculares, en lugar de distraerse con diferencias irrelevantes. Este enfoque puede ayudar a los estudiantes a centrarse en los conceptos clave, promoviendo una comprensión más clara y precisa de las uniones y los arreglos atómicos en las moléculas representadas.

Aunque esta convención puede simplificar el proceso de aprendizaje, es crucial que los profesores también orienten a los alumnos sobre sus limitaciones. Esto ayuda a desarrollar una comprensión más completa y crítica, mostrando que, en la práctica, los modelos no reflejan perfectamente la realidad, y que se deben considerar las matices y variaciones.

Por lo tanto, al establecer esta convención sobre los palitos, el profesor no solo facilitó la comprensión inicial de los alumnos, resolviendo desacuerdos en el modelo, sino que también demostró la importancia del diálogo en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Costa, 2016). Sin embargo, es fundamental que también se aborden las limitaciones de las representaciones simplificadas, fomentando una comprensión reflexiva sobre los modelos utilizados.

Al observar la composición y estructura de los artefactos creados por los alumnos de AJECE, se nota un análisis de las partes constituyentes (como palitos, bolitas, tamaños de las esferas, uniones y grietas) y cómo se relacionan para formar un todo tridimensional. Por ejemplo, al mencionar las diferencias en el tamaño de las esferas que representan átomos distintos, se establece una relación entre las partes y el todo de manera clara.

Las imperfecciones, como las uniones y las diferencias de tamaño, son elementos de estos artefactos, y los alumnos reconocen cómo estas partes contribuyen a la comprensión del todo, aunque hayan presentado desafíos debido a la ejecución o el material utilizado. Sin embargo, las imperfecciones del modelo pueden generar ruido en la interpretación de los modelos, ya sea porque se confundan con características intencionales o porque la manipulación puede comprometer la estructura en su conjunto. Esta preocupación ha sido abordada por autores como Lima (2017) y Creppe (2009).

La resistencia estructural o fragilidad de los materiales está directamente relacionada con la comprensión de sus partes y funcionalidades dentro del contexto más amplio del experimento. Los alumnos fueron desafiados a manipular estas partes, lo que requirió la comprensión de sus propiedades. Incluso la percepción táctil de pequeños detalles resultó relevante, ya que la atención a estos aspectos contribuye tanto a la comprensión de las partes individuales como del todo.

Aunque los modelos no proporcionan una comprensión inmediata de las entidades que representan, ya que estas no son observables directamente en el mundo real, permiten que los alumnos interactúen con objetos concretos. Esta interacción puede generar diversas percepciones y nuevas ideas. El potencial de los modelos como herramienta didáctica cobra relevancia al considerar que el público objetivo son alumnos con discapacidad visual.

La comprensión táctil y sensorial son los medios de acceso a los significados y sentidos que los modelos pueden producir. Así, para "ver con las manos", los alumnos interactúan con las estructuras a través de sus percepciones, permitiendo que estas interacciones configuren la *affordance*, un concepto utilizado en el campo del diseño, pero aún no muy aplicado en la enseñanza de la química. Este concepto, formulado por Gibson (Oliveira y Rodrigues, 2005), sugiere que los objetos pueden ofrecer múltiples posibilidades de uso, permitiendo diferentes

interacciones con los sujetos. Pensar desde esta perspectiva puede contribuir al desarrollo de representaciones más adecuadas a las necesidades específicas de los alumnos.

4.5 Interacción interpersonal en la enseñanza de química: percepciones más allá de lo que se puede ver

A continuación, presento un esbozo de los aspectos observados en las clases de química en la AJECE, donde se detectaron interacciones no verbales entre el profesor y los alumnos durante la manipulación de modelos moleculares. Algunos de estos aspectos no verbales están evidenciados en el Cuadro 15, con el fin de resaltar su importancia. La comunicación, en este contexto, juega un papel central, ya que, especialmente en el caso de alumnos con discapacidad visual, los gestos, los toques y otras interacciones no verbales pueden complementar o incluso sustituir las instrucciones verbales. Estos aspectos influyen directamente en la forma en que los modelos son interpretados y manipulados, por lo que es esencial comprender su función en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Cuadro 15. Situaciones en clase que evidencian la comunicación interpersonal

Evidencias de comunicación interpersonal (o su falta)
El profesor se acerca a los alumnos, les entrega una esfera en la mano a cada uno y pregunta...
El profesor orienta a los alumnos para que manipulen las esferas, y se acerca a ellos observándolos.
El profesor entrega otros modelos a los alumnos y recoge los modelos anteriores...
El profesor hace una pregunta a la clase, un alumno responde, él se acerca al alumno, escucha la respuesta, confirma y explica algo relacionado. Hace una nueva pregunta, otro alumno responde y él actúa de la misma manera que antes.
El profesor se acerca a cada alumno, interactúa y dialoga con ellos, a veces les llama por su nombre, otras veces, dada la cercanía y el diálogo establecido, continúa conversando con el alumno sin necesidad de decir su nombre.
El profesor entrega los modelos, con la ayuda de la investigadora, se acerca a cada uno, observa cómo los alumnos manipulan los objetos, hace preguntas generales y preguntas dirigidas a cada alumno, llamándolos por su nombre. A veces se dirige solo con un "usted".
Una alumna pregunta: "¿yo?", para confirmar si el profesor realmente le estaba hablando, ya que él continuó conversando sobre la observación hecha por la alumna y le hizo una pregunta, pero sin decir su nombre.
El profesor pone el modelo en las manos de la alumna y dirige los objetos que ella debe percibir, con el fin de contar los átomos presentes en ese modelo en comparación con otro.
El profesor aclara algo a un alumno sobre el modelo que está manipulando, y le hace una pregunta al respecto. Otro alumno responde, pero el modelo que tiene en sus manos no es similar al del otro, por lo que la respuesta no es aplicable.
Sobre el tiempo necesario para percibir los objetivos y significarlos

Algunas preguntas generan una respuesta más inmediata cuando los alumnos tienen en las manos objetos más simples o cuando la pregunta tiene una respuesta más obvia, por ejemplo: “¿Cuántos modelos de átomos tienes en las manos?”
Una bandeja llena de objetos requiere un tiempo mayor para el análisis, ya que los alumnos deben tocar e interpretar cada modelo.
Un modelo de moléculas más complejo también requiere más tiempo para que los alumnos piensen e interpreten el modelo.
Si no entienden la pregunta, el tiempo de respuesta es mayor, aunque algunas veces responden que no entendieron.
Cuando el profesor reformula la pregunta, a veces la respuesta llega casi de inmediato; otras veces, el profesor tiene que guiarlos paso a paso en la búsqueda de la respuesta, lo que requiere más tiempo para la comprensión. Ejemplo: un alumno responde que en "su sistema" hay 6 átomos; el profesor le pregunta cuántas moléculas hay, y él responde: 2; el profesor pregunta por qué hay 6 átomos y solo dos moléculas. El alumno tiene dificultades para responder. El profesor reformula la pregunta, considerando que cada esfera representa un átomo, y luego sigue: “¿Cómo están organizadas las esferas?”. El alumno responde: “Hay dos interconectadas, formando una molécula, y otras dos también interconectadas formando otra molécula, y dos están separadas...” El profesor: “¡Ah! ¡Hay dos separadas!” El alumno: “Sí, están en el mismo espacio (refiriéndose al sistema de bandeja), pero están separadas”. Profesor: “Entonces, quiero saber esto, porque tienes seis átomos y solo dos moléculas”. Alumno: “Porque solo cuatro átomos están interconectados y los otros dos están separados”.
También ocurre la pregunta "trampa". Cuando el profesor hace una afirmación incorrecta en la pregunta. Muchas veces los alumnos permanecen en silencio, como si estuvieran pensando o inhibidos para refutarlo. Otras veces responden que lo que el profesor dijo no es correcto. Ejemplo: el profesor sobre los tipos de moléculas presentes en un sistema determinado: “Sí. Diferentes. Entonces, ¿podemos decir que forman la misma sustancia, cierto?”. Un alumno responde: “No. ¿Si las moléculas son diferentes?”

Fuente: Elaboración propia, a partir de las observaciones realizadas en el aula y registradas en el diario de campo y/o transcripciones de clases grabadas.

De acuerdo con lo expuesto en el Cuadro 15, el profesor, en varias ocasiones, se desplaza por la sala, acercándose a cada alumno para orientarlos sobre el manejo de los objetos, con la ayuda de la investigadora; busca la participación de todos, haciendo preguntas sobre el contenido, muchas veces dirigiendo las preguntas, mencionando el nombre del alumno a quien se dirige la pregunta; se dirige a los alumnos por su nombre, a veces les toca el hombro o la mesa donde están sentados; algunas veces pronuncia las palabras lentamente para que los alumnos completen; usa la entonación de la voz para enfatizar; en algunos momentos solicita la mano de los alumnos y pide permiso para colocar en ellas los modelos que los alumnos deberán tocar.

Los alumnos se sientan cerca unos de otros, cerca de la mesa del profesor, como en un grupo de estudio (Figura 5). La clase transcurre de manera tranquila, incluso con algunos momentos de risas y conversaciones relajadas. Los gestos más comunes entre los alumnos son, además de la sonrisa, el acto de llevar la mano para sentir dónde está la silla en la que se van a sentar, o usar para ello el bastón que les ayuda a caminar; tocan delicadamente los modelos, los buscan con las manos en la bandeja; entregan objetos al compañero de al lado o a otro más adelante, identificándolos por la voz; es común que levanten un poco el rostro cuando tocan los

modelos, mostrándose pensativos; mueven la cabeza y esbozan algunas expresiones en el rostro cuando intentan entender el modelo que tienen en las manos, o alguna explicación dada por el profesor o la investigadora; no suelen hablar gesticulando.

Figura 5. Profesor y alumnos alrededor de la mesa con los modelos y la bandeja que usan como ‘sistema’ de estudio.



Fuente: Archivo personal (fotografía de la clase).

Un análisis atento del contexto del cuadro 15 muestra que es esencial adoptar un tratamiento personalizado para los estudiantes en esa clase. Es fundamental que cada estudiante se sienta individualmente involucrado y perciba que la información e instrucciones del profesor están dirigidas a él o ella específicamente. Esto queda claro en situaciones como cuando una estudiante pregunta: -"¿Yo?", buscando confirmar si el profesor se dirigía a ella; o incluso, cuando un alumno recibe explicaciones sobre un modelo, y otro estudiante, por error, asocia esa información al modelo que posee. Es necesario que el profesor aclare con qué alumno está hablando o a qué modelo se está refiriendo, para evitar confusiones y garantizar que cada estudiante comprenda correctamente el contenido presentado.

Este enfoque individualizado no debe, sin embargo, comprometer la interacción colectiva. Por el contrario, debe abrir espacio para la comunicación entre los estudiantes. Durante las clases en la AJECE, pude observar cómo los compañeros se involucraban mutuamente, contribuyendo no solo con el profesor, sino también entre ellos, en el aula. Este diálogo entre los estudiantes es tan saludable como la comunicación entre el alumno y el profesor, ya que promueve un aprendizaje colaborativo y enriquecedor. Así, la atención individualizada no se pierde, sino que, por el contrario, estimula la interacción entre todos, resultando en un ambiente de aprendizaje más participativo y dinámico.

Estas observaciones pueden parecer obvias, pero no lo son, dada la medida en que tales aspectos son descuidados en las escuelas, según el relato de los propios estudiantes sobre sus experiencias en escuelas regulares. Esto pone de manifiesto la distancia entre el discurso pedagógico y la práctica escolar, indicando la urgente necesidad de una reevaluación crítica de las estrategias de enseñanza.

De acuerdo con Mehrabian apud Schmidt (2013), solo el 7% de los mensajes que transmitimos se da a través de palabras; el 38% se comunica por canales paralingüísticos y el 55% por lenguaje corporal. Sin embargo, se vuelve difícil determinar los límites entre lo verbal y lo no verbal, dada la complejidad de la estructura de la comunicación (Poyatos apud Schmidt, 2013).

La "comunicación no verbal", como propone Schmidt (2013), se refiere a todo lo que transmitimos a otra persona sin recurrir a las palabras. Es decir, a través de gestos y expresiones faciales, como la mirada, comunicamos aspectos sobre quiénes somos, nuestra postura y nuestras características personales. El autor señala que el término "comunicación" abarca varias definiciones, y lo mismo ocurre con el concepto de "no verbal". Es un desafío establecer una frontera clara entre lo verbal y lo no verbal, pues generalmente están interrelacionados. Por ejemplo, la paralingüística incluye elementos vocales como el volumen y el tono de voz, que no se separan nitidamente del contenido verbal.

Para la comunicación en el aula, la atención visual suele ser uno de los aspectos más relevantes, desempeñando un papel muy importante en la interacción y el aprendizaje, según Farsani y Rodrigues (2021). En este caso, ¿qué resultados se obtendrían si el estudio que dio origen a los datos citados por Schmidt (2013) incluyera la comunicación con personas con discapacidad visual (ya sea como transmisores o como receptores del mensaje)?

Con respecto a la enseñanza de la química en particular, teniendo en cuenta esta ciencia como un lenguaje, ¿de qué maneras podemos enseñarla a personas con discapacidad visual? Los usos del lenguaje que rodean esta ciencia incluyen, además de los aspectos verbales, ¿códigos no verbales? Si la respuesta es afirmativa, ¿de qué maneras el lenguaje no verbal participa del lenguaje químico? ¿Cómo podría el profesor incorporar dichos códigos para enseñar el lenguaje químico a sus estudiantes?

El lenguaje gestual, por ejemplo, puede no tener sentido para las personas con discapacidad visual. Aunque pueden realizar gestos (como la sonrisa, por ejemplo), no siempre logran percibir el gesto de su interlocutor. En cambio, la entonación en la voz, la forma en que se dicen las palabras, puede ser mejor comprendida por estas personas. Comprender las sutilezas que rodean la comunicación puede ayudar en la educación de personas, ya sea con discapacidad visual o no.

Sin embargo, la comunicación en el aula con estudiantes con discapacidad visual requiere del profesor algunas habilidades, como moverse por el aula, acercándose al alumno interlocutor cuando sea necesario, para facilitar la comprensión de los estudiantes. Tocar las manos del alumno puede ser algo que ocurra en la clase, para mostrarle modelos. El habla acompaña estas acciones no verbales, de modo que la proximidad no sea invasiva, pero tampoco deje al alumno desconectado en la tarea de percibir los objetos de estudio.

La persona con discapacidad visual está llevada a construir otros medios de ‘aprehensión de la realidad’, lo que incluso influye en su forma de comunicarse. Por ello, entender la dinámica de la comunicación con esos estudiantes es tan importante. En el contexto observado, la comunicación proxémica entre el profesor y los estudiantes es evidente en diversas situaciones. La interacción comienza con la entrega de modelos de esferas o estructuras moleculares, seguida de la orientación para manipular y observar esos objetos. El profesor se acerca a los estudiantes mientras exploran los modelos, dialogando individualmente y haciendo preguntas generales a la clase.

La proximidad física y la comunicación no verbal son notables. El profesor llama a los estudiantes por su nombre, estableciendo una conexión más personal. Esa proximidad favorece el diálogo directo, permitiendo que el profesor se comunique sin necesariamente mencionar el nombre del alumno, confiando en la proximidad establecida.

Sin embargo, algunas dificultades surgen cuando los estudiantes necesitan interpretar los modelos. El análisis de estructuras más complejas requiere más tiempo, mientras que preguntas mal formuladas o confusas pueden resultar en respuestas tardías debido a una comprensión incompleta de la cuestión. El profesor, al reformular preguntas o proporcionar orientaciones detalladas, busca ayudar a los estudiantes en la comprensión de los conceptos, evidenciando un esfuerzo por garantizar una comprensión efectiva.

Durante la secuencia de clases en cuestión, hay momentos en los que el profesor presenta información incorrecta de manera intencional, desafiando a los estudiantes a cuestionar o corregir. Este enfoque evidencia un dinamismo en la comunicación, estimulando la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. A lo largo de esta interacción, se observa tanto la proximidad física como las sutilezas de la comunicación, destacando la importancia de este tipo de interacción para la comprensión y el diálogo sobre los conceptos químicos.

Estos aspectos muestran la importancia de conocer el lenguaje no verbal que rodea la enseñanza a personas con discapacidad visual. Para ello, es necesario profundizar más en el concepto de proxémica, que forma parte de una comunicación no verbal (Schmidt, 2013). La proxémica se concentra en la comprensión del espacio y la interacción entre las personas dentro

de ese espacio. Al adaptar los conceptos químicos para personas con discapacidad visual, considerar la proxémica puede ser fundamental por varias razones:

1. Comprensión del espacio: Acercarse o alejarse de objetos y equipos utilizados en química puede ser crucial para comprender su función y estructura. Adaptar la proximidad de esos objetos puede ayudar en la comprensión táctil y espacial.
2. Uso de herramientas y equipos: Al enseñar sobre equipos de laboratorio, la proxémica puede ser útil para posicionar adecuadamente esos equipos en relación con el estudiante, permitiendo que explore y comprenda su funcionamiento de manera táctil y espacial, posibilitando affordances.
3. Interpretación espacial de modelos y estructuras: Al explicar estructuras moleculares o modelos abstractos en química, adaptar la proxémica puede permitir que los estudiantes con discapacidad visual exploren esos modelos de manera más táctil y comprendan mejor las relaciones espaciales entre átomos y moléculas. Esto muestra la relación entre proxémica, affordance y mereología.
4. Facilitación de la interacción con el profesor: Adaptar la proxémica durante las interacciones profesor-estudiante puede facilitar que el estudiante con discapacidad visual siga y participe activamente en las clases, permitiendo una comunicación más eficaz y una comprensión más clara de los conceptos.

Pocas referencias se han encontrado sobre la proxémica como concepto relacionado al uso y percepción del espacio para la química o en su enseñanza, lo que sugiere que no es un tema ampliamente discutido en esta disciplina. Sin embargo, al considerar la química como una ciencia que estudia las interacciones entre partículas y sus propiedades, podemos establecer un paralelismo entre la proxémica y la comprensión de la química desde una perspectiva relacional y dinámica.

En química, las interacciones entre átomos, moléculas y sustancias dependen de condiciones específicas de espacio y proximidad, como las fuerzas de atracción y repulsión que ocurren en las interacciones intermoleculares. La manera en que las partículas se organizan y distribuyen en el espacio influye directamente en las propiedades de la materia, como las fases (sólido, líquido y gaseoso), las reacciones químicas y la formación de estructuras moleculares (Atkins y Jones, 2001).

Ante lo expuesto, entender la proxémica en la enseñanza de la química es crucial para mejorar el aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual, ya que favorece una comprensión más profunda del espacio y la interacción con los objetos, en relación con la construcción de affordances adecuadas para la comprensión de los modelos. Al ajustar la

proxémica en las interacciones profesor-estudiante, se crea un ambiente que favorece la comunicación y la participación activa, promoviendo una comprensión más clara de los temas químicos. Así, la consideración de la proxémica se convierte en una herramienta pedagógica importante para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje en química.

4.6 La Transición del Lenguaje Cotidiano al Lenguaje Químico: Construyendo Sentidos y Significados

La construcción del lenguaje científico en la escuela ocurre de manera gradual e intencional, a medida que los alumnos son expuestos a conceptos y terminologías específicas de cada área del conocimiento. En la enseñanza de las ciencias, por ejemplo, los docentes desempeñan un papel fundamental al mediar la transición entre el lenguaje cotidiano y el discurso científico, introduciendo nuevos términos y explicando sus significados en el contexto de los fenómenos estudiados (Mortimer y Scott, 2002). Este proceso implica no solo la memorización de palabras, sino también la comprensión de conceptos abstractos y sus representaciones.

Según Kavalek (2016), en el proceso de transición del lenguaje diagramático —es decir, el lenguaje de las representaciones— al lenguaje discursivo, el uso del conocimiento solo es posible si hay una situación, es decir, dentro de un contexto en el cual los estudiantes puedan transitar entre esos lenguajes para representar los entes químicos. Además, se requieren explicaciones claras sobre lo que significa cada parte de la representación. La autora enfatiza la importancia de la filosofía de la diagramaticidad para la comprensión de las representaciones en sus contextos de estudio, ya sea a través de modelos concretos, presentaciones orales, escritas, de manera que se “componga un escenario rico” (p.91), presentando de forma clara las particularidades de las estructuras mostradas.

En la investigación relatada en esta tesis, observamos que, mediante actividades prácticas, discusiones y el uso de modelos, los alumnos comenzaron a asimilar ese lenguaje, utilizándolo de manera cada vez más precisa para describir y explicar fenómenos naturales. Es posible inferir, por tanto, que la secuencia didáctica creó un ambiente donde el lenguaje científico pudo ser construido e interiorizado, permitiendo a los estudiantes ampliar su capacidad de razonamiento y comunicación en el ámbito científico. El cuadro 16, a continuación, pone en evidencia frases de los alumnos y del profesor durante las clases, en las que hacen uso adecuado de palabras del discurso científico.

Cuadro 16. Lenguaje en transición.

Lenguaje cotidiano inicial (profesor)	“¿Tú me das una bolita de estas y me dices que esa bolita es un átomo? ¿Mi ropa está hecha de una bolita así?”
	(...)“Cada uno de ustedes tiene una esfera en la mano, ¿verdad? ¿Qué representa cada una de esas esferas ?”
	“(…)Entonces, donde hay un palito uniendo las esferas , representa la unión entre átomos.”
	“(…)Un palito quiere decir que hay ahí un enlace simple... dos palitos juntos , un enlace doble.”
Lenguaje científico que empieza a emplearse durante la clase (profesor)	“Cuando se unen, estos átomos se transforman en moléculas .”
	“(…) ¿Cuántos átomos hay en esta molécula (...)?”
	“(…) ¿Puedo decir que esta es una representación de una molécula de agua ?”
	“(…) ¿Por qué es una molécula , si son tres átomos (...)?”
	“Observa que tengo en un sistema cuatro átomos de hidrógeno y dos de oxígeno ...”
	“¿Cuántos enlaces químicos hay en esta molécula (...)?”
	“Un enlace simple y un enlace doble .”
Lenguaje cotidiano inicial (alumno)	“(…) está separado aquí en mi mano... hay una división aquí (...)”
	“(…) aquí hay solo un palito (...)”
	“(…) una bolita es más grande que la otra, ¿eso tiene algo que ver?”
Lenguaje científico que empieza a emplearse durante la clase (alumno)	“(…) Están interconectados (...)” (refiriéndose a los átomos en el modelo que observaba.)
	“(…) La diferencia es que había tres enlaces simples (...)” (sobre la cantidad y tipo de enlaces entre los modelos que analizaba)
	“Aquí hay un enlace simple y uno doble , ¿verdad?” (refiriéndose a un modelo molecular que tenía en la mano)
	“(…) se interconectaron y eso generó dos moléculas (...)” (explicando lo que ocurrió con los modelos de átomos en el sistema presentado por el profesor)
	“Profesor, ¿puede haber un enlace más que doble , así con tres... o más enlaces juntos?”

Fuente: Elaboración propia.

Es posible notar que el profesor, inicialmente, utiliza palabras conocidas por los alumnos, como bola, bolita, esfera, palitos, palitos pequeños, para identificar cada componente del modelo. Los estudiantes tocan el material, lo sienten y, así, pueden observar las formas, dimensiones y texturas de cada uno de estos componentes. El profesor explica qué representa cada uno de estos materiales en el modelo químico, y de este modo los estudiantes aprenden no solo a nombrarlos según el lenguaje de la química, sino también a utilizar este lenguaje para comprender el modelo presentado.

Poco a poco, el profesor deja de utilizar las palabras iniciales (bola, bolita, esfera, palitos, palitos pequeños) y comienza a emplear el lenguaje químico. Los estudiantes, como podemos ver, aprenden a hacer lo mismo y empiezan a utilizar adecuadamente los términos enseñados por el profesor. Así, en ese contexto, la ‘bolita’ deja de existir y pasa a ser un ‘átomo’; en lugar de ‘palitos’, aparecen los ‘enlaces’, y con ello el nuevo lenguaje va construyendo un nuevo sentido para esos alumnos, quienes pasan a conocer una nueva ‘forma de vida’, en la que las palabras familiares adquieren un significado diferente.

De modo que, al llegar a una tienda que vende bolas de billar, no se puede pedir que le vendan un ‘átomo’, ya que eso no tendría ningún sentido para el vendedor, a menos que fuese un estudioso del modelo atómico de Dalton. De igual manera, no tendría sentido pedir ‘enlaces’ si se desea comprar palitos para asar carne.

Las siguientes categorías destacan el proceso de transición del lenguaje cotidiano al lenguaje químico, la importancia de la experiencia sensorial en el aprendizaje, el desarrollo gradual del lenguaje específico y la construcción de nuevos significados para términos cotidianos en el contexto de la química:

1. Transición del lenguaje cotidiano al lenguaje químico:
 - Uso inicial de términos cotidianos, como bola, bolita, esfera, palitos, palitos pequeños, para identificar componentes del modelo.
 - Introducción progresiva del lenguaje químico por parte del profesor para representar adecuadamente los elementos del modelo.
2. Experiencia sensorial en el aprendizaje:
 - Participación de los estudiantes a través de la experiencia sensorial, tocando y sintiendo los materiales utilizados en los modelos.
 - Observación de formas, dimensiones y texturas de los componentes para una comprensión más completa.
3. Aprendizaje de términos y conceptos químicos:

- Explicación del significado de los materiales en el contexto químico, como átomos y enlaces.
 - Proceso gradual de sustitución de términos cotidianos por términos científicos.
4. Desarrollo del lenguaje específico:
 - Abandono progresivo de términos iniciales en favor del lenguaje técnico-científico.
 - Aprendizaje del uso adecuado del lenguaje químico para comprender y comunicar el modelo presentado.
 5. Construcción de nuevos significados para términos cotidianos:
 - Transformación de palabras como bolita y palitos en conceptos químicos como átomo y enlaces.
 - Adopción de una nueva perspectiva sobre términos conocidos, ahora contextualizados científicamente.
 6. Contextualización del lenguaje químico en la vida cotidiana:
 - Reconocimiento de la importancia de utilizar el lenguaje químico en contextos adecuados.
 - Ejemplos prácticos que muestran la inadecuación del uso de términos científicos fuera de contexto

4.7 Correlaciones con el Lenguaje Químico: un enfoque filosófico

El lenguaje químico desempeña un papel esencial en la enseñanza y en la construcción de significados para esta ciencia, ya que es a través de él que los temas científicos se comunican y se comprenden. Su precisión conceptual permite la delimitación de espacios y sistemas, algo fundamental, especialmente para los estudiantes con discapacidad visual, quienes dependen de definiciones claras de términos como "átomo", "molécula" y "reacción química" para estructurar su comprensión sobre los fenómenos estudiados. La mediación docente y la descripción verbal garantizan que estos estudiantes asocien los modelos táctiles con las representaciones químicas, organizando sus experiencias cognitivas y sensoriales y haciendo la química más accesible.

Laszlo (2011) plantea la siguiente cuestión: ¿en qué consiste el aprendizaje de la química? Desde la perspectiva del autor, los profesores desean que los estudiantes desarrollen habilidades manuales, enseñadas en el laboratorio; que los estudiantes se familiaricen con el nanomundo; que interpreten datos en términos de entidades, como moléculas, que existen en ese microcosmos. Esto implica el dominio, por parte de ellos, de un nuevo lenguaje. El autor afirma que los

profesores de química son guías lingüísticos, son intérpretes, que enseñan a sus estudiantes a construir frases químicas bien formadas.

Para Laszlo, la conciencia, por parte de los profesores de química, de que están en el ámbito de la enseñanza de habilidades lingüísticas sería muy útil. Señala, sin embargo, que existe el riesgo obvio de enseñar solo la nomenclatura, y cita el ejemplo de la química orgánica. Para él, es considerablemente más importante hacer que los estudiantes se sientan cómodos con esa terminología y perciban que es solo un paso en la adquisición de un nuevo lenguaje y no un fin en sí mismo.

Como se mencionó en el tema anterior, la transición del lenguaje cotidiano al lenguaje químico ocurre gradualmente a medida que los estudiantes aprenden a interpretar y construir modelos didácticos. Inicialmente, términos informales como "bolita" y "palito" facilitan la familiarización, pero con el avance del aprendizaje, estos elementos empiezan a ser reconocidos como "átomos" y "enlaces químicos". La mediación del profesor y la *affordance* de los materiales didácticos consolidan esta transición, transformando los modelos en instrumentos efectivos de aprendizaje químico.

Además, la experiencia sensorial juega un papel central en la construcción del lenguaje químico, especialmente para los estudiantes con discapacidad visual. El acto de "ver con las manos" permite asociar los términos científicos con estructuras tangibles, promoviendo una comprensión más profunda de los conceptos y posibilitando la resignificación de términos cotidianos dentro del contexto científico. Así, el aprendizaje del lenguaje químico ocurre a través de la interacción con modelos físicos, la mediación verbal y el desarrollo gradual de la terminología científica, garantizando que los estudiantes construyan significados coherentes para el discurso químico.

De esta manera, el lenguaje químico no solo organiza y orienta el aprendizaje permitiendo la adquisición del lenguaje científico a partir del cotidiano, sino que también favorece la apropiación de los conceptos químicos. El uso de modelos táctiles, junto con la mediación docente, promueve la participación activa de los estudiantes, ampliando la comprensión de la estructura molecular y de las convenciones científicas. Considerando este contexto, se vuelve esencial profundizar la discusión sobre las posibilidades de uso de los modelos y sus correlaciones con el lenguaje químico.

Según Vigotski (2022), autor ampliamente reconocido en el debate sobre la persona con discapacidad desde la perspectiva de la psicología histórico-crítica, no es posible crear un equivalente real para las imágenes visuales que faltan en las personas con discapacidad visual. Es decir, no se puede recrear completamente la experiencia visual mediante otros métodos. De este modo, las personas consideradas normovisuales tampoco pueden tener acceso directo a la

experiencia de la persona con discapacidad visual, ya que no pueden vivirla en su totalidad. Esta comprensión siempre está mediada por interpretaciones, inferencias y representaciones que construimos a partir de nuestras propias referencias sensoriales y conceptuales.

Tal imposibilidad de aprehensión directa requiere una explicación que reflexione sobre el papel del lenguaje en la constitución del conocimiento. Es esencial, por lo tanto, considerar cómo se construyen y se comparten los significados, reconociendo que la experiencia de quien no ve no puede ser simplemente traducida, sino que requiere un enfoque que respete su singularidad. En resumen, se puede decir que estas personas operan utilizando otra lógica, o un juego de lenguaje diferente al que tradicionalmente se asocia con la enseñanza de la química. Bajo esta óptica, se consideró para esta tesis, una línea de pensamiento con enfoque filosófico.

La perspectiva filosófica es capaz de problematizar las representaciones tradicionales, ya sea en la enseñanza de la química a personas con discapacidad visual o en el conocimiento propio de la química. Permite examinar cómo los conceptos, modelos y lenguajes de la química son elaborados, interpretados y comunicados, además de ofrecer herramientas conceptuales para repensar cómo hacer accesible ese conocimiento. De esta forma, considera tanto los desafíos inherentes a la abstracción de esta ciencia como las posibilidades de mediación sensorial y discursiva en el proceso de aprendizaje.

Según Laszlo (2011), la filosofía contribuye a aclarar el pensamiento, hacer distinciones necesarias y ofrecer una visión más coherente sobre la enseñanza de la química. Cuestiona, por ejemplo, cuándo podemos considerar algo como "agua" o "sal", abordando paradojas como la de la pila de arena²⁰ y cuestiones mereológicas, que muestran cómo los significados en la química son contextuales y dependen del modo en que representamos el mundo. Además, el autor argumenta que la filosofía ayuda a comprender la ruptura epistemológica entre el mundo cotidiano y el mundo molecular, esencial para la enseñanza de la química. Al incorporar esta perspectiva, es posible enseñar esta ciencia como un lenguaje y como una forma específica de 'ver' y representar el mundo, promoviendo una enseñanza más reflexiva, crítica y fundamentada.

Las cuestiones mereológicas planteadas por el autor se refieren a la relación entre el todo y las partes —es decir, a la forma en que comprendemos y nombramos objetos químicos a partir de sus unidades constituyentes. Un ejemplo clásico presente en el texto se refiere a la pregunta: ¿una sola molécula de H₂O puede llamarse agua? O incluso, de forma provocativa: ¿hay sal en el

²⁰ Laszlo (2011), citando a Sorensen (2006), presenta la paradoja de la pila de arena, que cuestiona en qué punto la eliminación continua de granos hace que una pila deje de ser considerada como tal, evidenciando la imprecisión de ciertos conceptos y la dificultad de establecer límites definidos para categorías aparentemente simples.

mar? Estas preguntas ponen en duda la legitimidad de aplicar nombres de sustancias macroscópicas (como "agua" o "sal") a sus entidades microscópicas o componentes aislados.

Estas cuestiones son filosóficas porque involucran los límites del lenguaje y la categorización científica. En Química, muchas veces hablamos de sustancias como si hubiera una continuidad directa entre el mundo visible (un vaso de agua) y el mundo invisible (moléculas de H_2O), pero el autor argumenta que esa equivalencia no es trivial. La molécula aislada no tiene, por ejemplo, las mismas propiedades observables que la sustancia en su estado macroscópico. Así, la filosofía de la química ayuda a problematizar estas transposiciones de escala y a reflexionar sobre cómo, cuándo y por qué usamos ciertos términos, una reflexión esencial para una enseñanza de la química más crítica y conceptualmente precisa.

Esta línea de pensamiento guía la discusión presentada en los siguientes temas, involucrando los conceptos de mereología, affordance, proxemia, transición y abducción. Son conceptos resultantes de los análisis introducidos anteriormente. Integran la filosofía de la química y participan en la constitución de este lenguaje, además de participar en la constitución del lenguaje a través del cual las personas con discapacidad visual se comunican con el mundo. Curiosamente, en ambos casos, el lenguaje es un elemento central en la construcción de la comprensión del mundo y en la comunicación.

Los autores presentados hasta ahora, aunque con matices distintos, coinciden en destacar que el lenguaje químico es dinámico y socialmente construido. Esta concepción remite directamente a la noción de uso, lo que nos llevó a adoptar la alegoría de los juegos de lenguaje, propuesta por Wittgenstein (1999) como clave interpretativa. Estas correlaciones se desarrollarán en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 5 - JUEGOS DE LENGUAJE EN LA APROPIACIÓN DEL LENGUAJE QUÍMICO POR ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

Este capítulo presenta una aproximación a la perspectiva de los juegos de lenguaje y al proceso de apropiación del lenguaje químico por parte de estudiantes con discapacidad visual. Se identifican correlaciones entre los conceptos de affordance, mereología, proxémica, abducción y transdición en la constitución del lenguaje químico y en la adquisición de dicho lenguaje por estos estudiantes. Tales correlaciones sugieren que, en contraposición a lo que tradicionalmente se cree en su enseñanza, la química no es una ciencia visual, sino una ciencia constituida en el lenguaje — cuya construcción se asemeja a la forma en que las personas con discapacidad visual aprenden su propio lenguaje, ya que opera con explicaciones para aquello que no puede verse.

Este capítulo también se abre a caminos que surgieron durante el transcurso de la investigación y que ampliaron el campo de reflexión. Así, en el recorrido de la investigación, se evidenciaron otras formas de mirar esta ciencia — otros marcos posibles que trascienden la noción de la química como un conjunto de contenidos y fórmulas. Son miradas que complementan y tensionan la idea de lenguaje, desvelando dimensiones hermenéuticas, poéticas, dialógicas y ontogenéticas de la Química, que se entrelazan con los conceptos ya discutidos y con la propia construcción de esta teoría fundamentada.

5.1 Una aproximación a los juegos de lenguaje de Wittgenstein

Los conceptos de affordance, mereología, abducción, transdición y proxémica, comprendidos en esta tesis como fundamentos cognitivos e interaccionales del conocimiento químico, se constituyen y operacionalizan por medio del lenguaje químico, al tiempo que también lo constituyen y operacionalizan. Estos fundamentos, como prácticas de interacción y negociación dentro del contexto científico y educativo, desempeñan un papel central en la formación y transformación de los significados que atraviesan el conocimiento químico.

Al integrarse, estructuran la manera en que la Química es concebida y comunicada, pero también se convierten en parte de una red dinámica y en constante evolución, cuyos significados se moldean en las interacciones entre individuos, conceptos y objetos de estudio. El lenguaje, en este proceso, no es solo un medio de comunicación, sino el propio espacio donde la química se construye y se reconfigura continuamente.

A partir de los datos, surgieron categorías que condujeron a la comprensión de que el lenguaje químico se construye de forma análoga a un juego de lenguaje, donde los conceptos se configuran y reconfiguran según las interacciones entre quienes participan en el debate. Wittgenstein (1999), en sus obras, destaca que el significado de una palabra o concepto no es fijo, sino que está determinado por la forma en que se utiliza en las interacciones dentro de un contexto específico. En el caso del conocimiento químico, esto se traduce en la idea de que los conceptos químicos no son entidades aisladas o puramente teóricas, sino que se crean, modifican y aplican dentro de prácticas sociales y científicas.

Considerando que el lenguaje químico es polisémico y multifacético, y que se asemeja al aprendizaje de una lengua con múltiples significados, la filosofía ofrece un marco teórico para explorar estas complejidades (Ribeiro, 2014; Ribeiro y col., 2015). Desde esta perspectiva, se presenta como un terreno fértil tanto para investigar la complejidad inherente al lenguaje químico como para ampliar la discusión sobre la naturaleza de esta ciencia.

A continuación, discutiremos la teoría de los juegos de lenguaje de Wittgenstein, su relevancia para la comprensión del lenguaje químico y su relación con los conceptos de comunicación proxémica, *affordance*, mereología, abducción y transdición, que contribuyen al análisis de cómo se construyen y comparten los significados en la enseñanza de la química. Este enfoque ofrece aportes para comprender la apropiación del lenguaje químico por parte de estudiantes con discapacidad visual, considerando tanto los desafíos inherentes a la abstracción de esta ciencia como las posibilidades de mediación sensorial y discursiva en el proceso de aprendizaje.

Las relaciones establecidas entre los conceptos de *affordance*, mereología, abducción y transdición revelan una dinámica sobre cómo el lenguaje, la práctica y las inferencias se interconectan en la educación científica. La mereología, por ejemplo, que trata de las relaciones entre las partes y el todo, permite comprender cómo se organizan y perciben los modelos y estructuras químicas, influyendo en la manera en que los estudiantes interpretan y se relacionan con los conceptos. Al asociar esas partes con sus propiedades y funciones, este razonamiento posibilita que los estudiantes extrapolen información observable, comprendiendo fenómenos más complejos a partir de elementos concretos. La idea de transdición, a su vez, resalta la dinámica del cambio en la comprensión de los estudiantes, a medida que pasan de un nivel de conocimiento más básico a una comprensión más profunda y abstracta de la química.

El *affordance* trata de las oportunidades de acción que un objeto o entorno puede ofrecer. Complementa esta relación al sugerir que el lenguaje químico, a través de sus símbolos y términos, además de transmitir información, orienta la forma en que los estudiantes interactúan

con el contenido. Esta combinación de elementos culmina en la noción de juegos de lenguaje de Wittgenstein (1999), donde el significado emerge de las prácticas comunicativas y de las interacciones sociales. Ante esto, el lenguaje químico se convierte en un juego que involucra reglas, contextos y prácticas específicas, moldeando la comprensión y la comunicación del conocimiento químico de forma dinámica y contextualizada.

5.1.1 Juegos de lenguaje en la construcción de significados en la enseñanza de la química

La Teoría de los Juegos de Lenguaje, desarrollada por Ludwig Wittgenstein en su segunda etapa —considerada como la fase madura de su pensamiento— ofrece una perspectiva para comprender la naturaleza del lenguaje y cómo éste se relaciona con las prácticas sociales. En esta etapa, Wittgenstein propone que el lenguaje es una actividad enraizada en juegos de lenguaje, en los cuales las palabras adquieren significado a través de su uso en contextos específicos. Este enfoque sugiere que la comprensión del lenguaje no reside simplemente en la identificación de significados fijos, sino en la participación en actividades que moldean el significado de los términos, lo que requiere el dominio de ciertas reglas culturales (Huk, 2009).

Domingues (2022), basado en las ideas de Wittgenstein, conceptualiza los juegos de lenguaje como una alegoría que puede describirse como un conjunto de reglas acordadas por grupos, las cuales solo tienen sentido dentro de una forma de vida específica. Sin embargo, el autor señala que el propio Wittgenstein evitó definir los juegos de lenguaje de forma rígida. Para ilustrar esta idea, recurre a un pasaje de San Agustín de Hipona (Domingues, 2022, p. 19): “*¿Qué es, pues, el tiempo? Si nadie me lo pregunta, lo sé; pero si quiero explicárselo a quien me lo pide, no lo sé*”.

El segundo Wittgenstein, como se conoce a esta etapa del autor, está marcada por nuevos pensamientos que contrastan con su primera fase, y se expresan en una abundante producción escrita, cuya obra principal es *Investigaciones Filosóficas*, publicada póstumamente por exalumnos y amigos en 1951, aunque el libro ya estaba listo desde 1945. Wittgenstein critica sus propias ideas anteriormente presentadas en el *Tractatus Logico-Philosophicus* —libro que marca su primera etapa (Gois, 2012; Penha, 2013).

Wittgenstein trata sobre conceptos, significado y comprensión, así como proposiciones, lógica, fundamentos de la matemática, estados de conciencia, entre otros temas. Siempre tiene como telón de fondo a los filósofos y a la filosofía. Nos interesa su etapa madura, en la que abandona la idea de un lenguaje correcto, preconcebido y universal, a favor de un lenguaje construido a partir de sus usos en diferentes formas de vida, en los cuales el lenguaje adquiere significado. El recorte presentado aquí dirige las nociones de significado y comprensión hacia el contexto de la enseñanza de la química para estudiantes con discapacidad visual.

Wittgenstein propone que el significado reside en el uso que hacemos del lenguaje de forma autónoma, sin depender de la lógica en ningún nivel ni de entidades psicológicas previamente postuladas. El autor rompe con la idea de un “lenguaje a priori”, enfatizando que los significados emergen del uso concreto del lenguaje (Wittgenstein, 1999; Gois, 2012; Penha, 2013). Según esta teoría, jugamos con las palabras. Wittgenstein critica la visión agustiniana del significado como representación y cuestiona la universalidad de esta concepción, aunque no su posibilidad.

Como afirma Domingues (2022), el significado de las palabras no está necesariamente ligado al objeto representado, sino a su empleo en los juegos de lenguaje y, por consiguiente, en las diversas formas de vida. Según Wittgenstein (1999), en la praxis del uso de las palabras, la interacción entre los interlocutores revela la dinámica de los juegos de lenguaje. En este proceso, un interlocutor enuncia una expresión y el otro actúa conforme al significado atribuido, formando una cadena de entendimiento que refleja el aprendizaje del lenguaje.

Así, en la “lección de lenguaje”, quien aprende es guiado a nombrar objetos, repitiendo la palabra indicada por el profesor, como al señalar un balón volumétrico en un laboratorio y decir “balón volumétrico”, o un modelo atómico y decir “modelo atómico”. Este es el ejercicio más elemental de inmersión lingüística: el alumno repite la palabra después del profesor, en un ciclo de acción y reacción que refleja el juego del niño al adquirir la lengua materna. Los juegos de lenguaje se componen de estos procesos repetitivos e interactivos que enseñan y refuerzan el uso de las palabras en el contexto social, convirtiendo el lenguaje en un juego compartido.

El término formas de vida, propuesto por Wittgenstein, según Domingues (2022), se refiere a una visión amplia y no definida, ya que es una palabra que “adquiere significado en conjunción con los juegos de lenguaje y con las reglas utilizadas en las más variadas circunstancias” (p. 26). Este autor enfatiza que formas de vida y contexto son conceptos diferentes. Mientras que el contexto se refiere más directamente al entorno inmediato que influye en el significado de las palabras, las formas de vida de Wittgenstein son sistemas más amplios en los que esos contextos existen, moldeados por el lenguaje, las prácticas y las creencias de las personas. Domingues (2022) resume: “el significado está en el uso del lenguaje en los juegos de lenguaje de una determinada forma de vida” (p. 27).

Cada forma de vida posee su propio lenguaje, reglas, creencias y prácticas que determinan cómo los individuos comprenden e interactúan con el mundo que los rodea. Desde esta perspectiva, la ciencia puede ser considerada una de esas formas de vida. Según Huk (2009), para que los juegos de lenguaje sean exitosos, es necesario que exista dominio de las normas y comportamientos culturales del grupo, lo cual, en el caso de esta tesis, se refiere a la química.

Uno de los posibles usos de las palabras —o juegos de lenguaje— es la representación, ya sea empírica o mental. Este uso puede considerarse una etapa preparatoria para otros significados que las palabras pueden adquirir. De este modo, los juegos de lenguaje relacionados con la representación empírica pueden servir como puerta de entrada a nuevos usos de las palabras. La transición del lenguaje cotidiano al lenguaje químico iniciada por los estudiantes de AJECE ejemplifica este proceso.

5.1.2 Significación de las representaciones químicas desde la perspectiva de los juegos de lenguaje

La significación de las representaciones químicas es un tema central para comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, ya que implica la relación entre los signos utilizados para describir fenómenos invisibles y su interpretación por parte de los estudiantes. Las representaciones químicas, como las fórmulas estructurales, ecuaciones y modelos moleculares, van más allá de simples convenciones simbólicas; desempeñan un papel fundamental en la construcción del conocimiento, mediando la transición entre el mundo macroscópico, que puede ser observado directamente, y el mundo microscópico de las partículas, que requiere inferencias abstractas, desempeñando así un papel pedagógico.

Un aspecto importante en la teoría de Wittgenstein es el concepto de representación. Aunque él no se refería específicamente a la química, para nosotros este es un concepto esencial. La idea de representación ya discutida en el Cuadro 10 tiene elementos que dialogan con la concepción de representación de Wittgenstein, pero también presenta matices que pueden diferir según cómo se entienda la representación en el contexto del lenguaje.

Con base en la teoría de los juegos de lenguaje de Wittgenstein, el significado de las representaciones está directamente relacionado con su uso en contextos específicos de la práctica científica y pedagógica. Esto plantea preguntas sobre cómo los estudiantes se apropian de estas representaciones y los desafíos involucrados en la traducción de conceptos complejos en formas accesibles y comprensibles. En este sentido, la representación no es una reproducción fiel de la realidad, sino una forma de operar dentro de un sistema de reglas compartido que orienta la comprensión y la comunicación. Lo que hace el profesor al usar modelos (como bolas que representan átomos o moléculas) es insertar a los estudiantes en un juego de lenguaje específico de la química, donde estos modelos son herramientas para facilitar la comprensión de conceptos abstractos.

No obstante, la personificación de los modelos como si fueran “la molécula” o “el átomo” parece sugerir una aproximación de la representación a la idea de realidad, lo cual puede interpretarse como un uso pragmático con fines pedagógicos, pero no necesariamente concuerda con la visión de Wittgenstein, quien sostiene que las representaciones siempre son

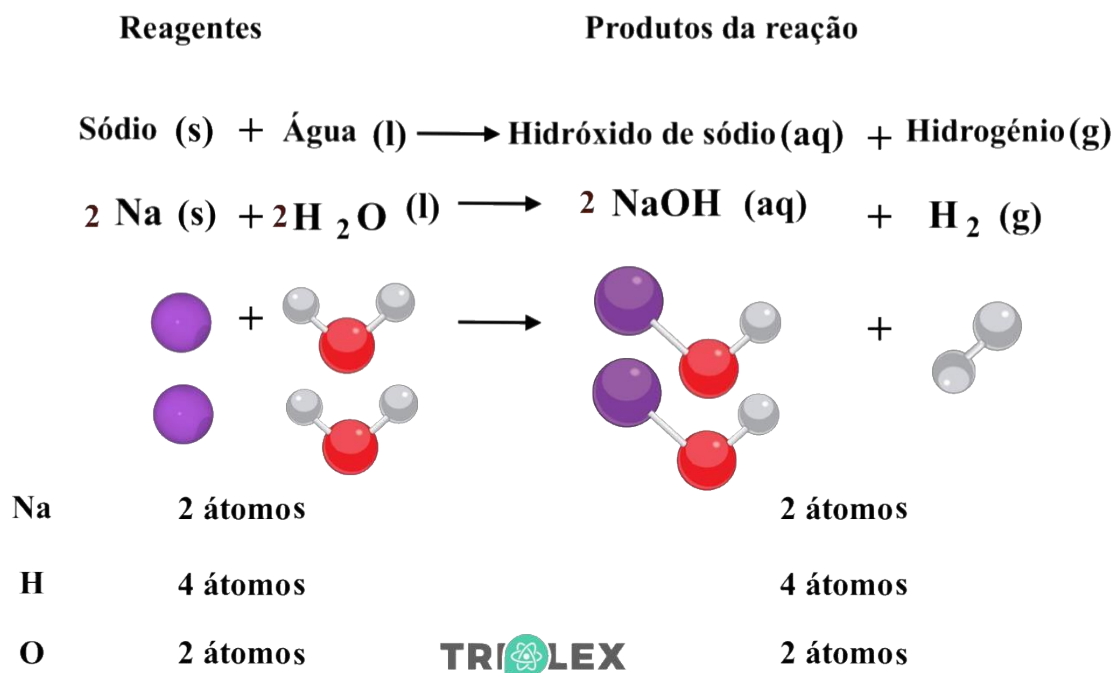
aproximaciones dentro de un juego de lenguaje. Wittgenstein probablemente señalaría que las representaciones no son reflejos directos de la realidad, sino construcciones útiles dentro de un contexto comunicativo y conceptual. Cuando el profesor llama la atención sobre el hecho de que los modelos son aproximaciones, está haciendo una distinción necesaria entre el modelo y la “realidad perfecta”, alineándose con la idea wittgensteiniana de que el lenguaje (y sus representaciones) no es una copia de la realidad, sino una herramienta práctica para comprender el mundo.

Por lo tanto, el discurso del profesor muestra una tensión entre dos juegos de lenguaje: uno en el que los modelos se tratan como si fueran la realidad misma (con fines de simplificación pedagógica), y otro en el que se reconoce que los modelos son representaciones aproximadas, sin pretensión de reflejar la realidad tal como es. Este enfoque es coherente con la idea wittgensteiniana de que el significado está en el uso, distinción que debe explicitarse para evitar el riesgo de confundir la representación con la propia realidad.

Gois (2012; 2017), a partir de la teoría de Wittgenstein, destaca algunas conclusiones fundamentales sobre la relación entre significados y representaciones. Los significados dependen predominantemente del uso que hacemos del lenguaje, sin estar necesariamente vinculados a relaciones de representación empírica o mental, aunque estas puedan ocurrir en contextos específicos. La representación empírica, como nombrar objetos al señalarlos, es esencial para la adquisición y ampliación de significados. La representación mental, al asociar palabras con imágenes mentales, puede actuar como una etapa inicial en el aprendizaje de nuevos términos. Ambos procesos sirven como preparación para la participación en juegos de lenguaje más complejos.

La aplicación de estas conclusiones al uso de representaciones en el aprendizaje de las transformaciones químicas ofrece una comprensión más concreta del proceso de significación discutido por Wittgenstein. La figura 6, a continuación, ejemplifica diferentes representaciones de la obtención del hidróxido de sodio a partir de la reacción entre sodio metálico y agua, utilizadas para facilitar la comprensión del fenómeno:

Figura: 6. Diferentes formas de representar especies químicas y reacciones.



Fuente: Plataforma de e-learning Classion (<https://classion.pt/licao/resumo-no6-reacoes-quimicas-e-equacoes-quimicas/>).

A partir de las conclusiones presentadas, se deduce que las representaciones químicas pueden evocar objetos o traer recuerdos a la mente de los estudiantes en juegos de lenguaje específicos. Sin embargo, no son estas relaciones de representación las que determinan los significados, sino los usos que se hacen de dichas representaciones en otros juegos de lenguaje. Los significados dependen, predominantemente, del uso que hacemos del lenguaje, sin estar necesariamente vinculados a relaciones de representación empírica o mental, aunque estas puedan darse en contextos específicos. El ejercicio de diversos juegos de lenguaje, en los cuales el alumno escribe y habla utilizando estas representaciones, se vuelve imprescindible para el aprendizaje.

La idea de significado como representación impregna la enseñanza de la química, según Gois (2012). En el modelo de Cambio Conceptual, la representación interna del conocimiento determina la capacidad de utilizarlo y comprenderlo. En los Modelos Mentales, el conocimiento se entiende como representacional, y el razonamiento como una manipulación lógica de representaciones mentales. En los Perfiles Conceptuales, se hace énfasis en el lenguaje, en el origen social y en la multiplicidad de significados, con el estudiante construyendo su propia

estructura conceptual, aunque, al igual que en los otros modelos, la idea de representación sigue siendo fundamental.

Gois cuestiona cómo se insertan las representaciones químicas dentro de un contexto de concepción del significado fuertemente basada en la representación en la Enseñanza de las Ciencias. Critica el empirismo ingenuo que asociaba el significado con la representación directa de la realidad atómica y molecular, lo que daba lugar a clases expositivas centradas en el profesor y a una transferencia de la responsabilidad del aprendizaje al estudiante. Aunque ese empirismo haya sido abandonado, Gois argumenta que la visión representacional del lenguaje y del significado todavía es un punto común en las concepciones actuales de enseñanza de las ciencias.

Es importante destacar que los juegos de representación no son inválidos; pueden servir como un primer paso. Sin embargo, no deben ser exclusivos. El aprendizaje y la construcción de significados ocurren, sobre todo, en los juegos de lenguaje que exigen que el estudiante hable y escriba usando las representaciones químicas. Así, no basta con representar para que se construya el significado. Presentar el modelo al estudiante no es suficiente; necesita hablar sobre el modelo y, especialmente en el caso de los estudiantes con discapacidad visual, manipularlo. Para alcanzar significados más amplios, es necesario ir más allá de la simple representación.

Gois (2012) propone la planificación de actividades que permitan el compromiso del alumno con prácticas de aprendizaje del uso de las palabras, para que aprenda las reglas “como si fueran juegos, y no con base en una lógica cualquiera” (p. 257). Así, en lugar de proponer actividades que apoyen un aprendizaje conceptual, se trata de que se aprenda a utilizar el lenguaje en las diversas situaciones de aprendizaje de las representaciones químicas, sin que se necesiten supuestos conceptuales previos.

5.1.3 Juegos de lenguaje para la enseñanza de la química en personas con discapacidad visual

Según Gois (2012), la Enseñanza de las Ciencias se ha preocupado por aspectos filosóficos, pero filósofos como Bachelard, Kuhn, Popper, Lakatos y Feyerabend se centraron más en la construcción del conocimiento científico que en el estudio del lenguaje en la elaboración de significados. Wittgenstein, por el contrario, coloca el lenguaje en el centro de la discusión, destacando la significación como un proceso colectivo y contextual. Gois también observa que el legado filosófico sigue presente en la enseñanza de las Ciencias y la Química, mientras que la psicología ha dominado los enfoques sobre el significado, especialmente en las propuestas de enseñanza conceptual. La cuestión que surge es si sería posible avanzar en la investigación sobre el aprendizaje desde un enfoque filosófico.

Entendemos que la filosofía y el lenguaje se entrelazan en la enseñanza de las ciencias y de la química. De esta forma, los argumentos presentados por Gois se conectan con el análisis de Oliveira (2019), que enfatiza el papel central del lenguaje en el entorno escolar, donde el docente actúa como mediador, insertando a los estudiantes en los juegos de lenguaje científico. Así, la cuestión planteada por Gois se alinea con la importancia que Oliveira atribuye al lenguaje y a la mediación del profesor. La inmersión de los estudiantes en los juegos de lenguaje científico sugiere que la filosofía puede contribuir a profundizar la comprensión de cómo se construye el significado en la enseñanza, ampliando las prácticas pedagógicas en el aula.

En el contexto escolar, el lenguaje impregna las interacciones y es mediado por el profesor, permitiendo que los estudiantes se inserten en el lenguaje científico a través de los juegos de lenguaje. Estos juegos se manifiestan de forma dinámica y múltiple, estructurando los discursos tanto en la vida cotidiana como en el laboratorio (Oliveira, 2019).

Considerando el supuesto de los autores de que, para significar, no basta con representar —ya que el significado se construye a partir del uso que hacemos del lenguaje—, hablar con significado depende de aprender a utilizar y practicar ciertas expresiones en contextos apropiados. De este modo, el significado de una palabra resulta de la compleja asociación entre diferentes dominios del conocimiento.

De acuerdo con la idea de juegos de lenguaje, el significado de las representaciones químicas está, por tanto, en el uso que hacemos de estas formas de expresión. Así, para el aprendizaje de las ciencias, no basta con enseñar conceptos. El estudiante necesita comprender los usos del lenguaje químico y de sus representaciones, y para ello, debemos ofrecerle actividades que lo lleven a hablar y escribir, para que aprenda las reglas del juego.

Así, el lenguaje no posee una esencia fija, sino que opera en “juegos” donde las reglas varían según el contexto de quien habla y de quien escucha. Estos juegos de lenguaje son comparables a actividades, y cada uno sigue un conjunto de reglas implícitas que determinan la comprensión y el uso adecuado de los términos, subrayando la naturaleza convencional y contextual del lenguaje.

Es importante destacar que la relación entre las inferencias construidas en esta tesis y los juegos de lenguaje no ocurre de manera automática, sino que es fruto de una elección, dadas las aproximaciones que la percepción de la investigadora alcanza en este momento. Así, relacionando esta teoría con los elementos discutidos anteriormente en el contexto de la enseñanza de la química para alumnos con discapacidad visual, podemos destacar algunas conexiones, agrupadas en las siguientes categorías:

Estos puntos pueden sintetizarse en categorías más amplias de la siguiente manera:

1. Contextualización del lenguaje: El lenguaje en la enseñanza de la química se moldea y adapta al contexto en el que se utiliza, tanto en el aula como en las prácticas de laboratorio, reflejando la interacción entre el contexto social y educativo.
2. Transición y especificidad lingüística: La evolución del lenguaje de los alumnos, desde el uso de términos cotidianos hacia términos específicos de la química, está vinculada al desarrollo de prácticas sociales y educativas que estructuran el aprendizaje dentro de la comunidad académica.
3. Prácticas lingüísticas y juegos de lenguaje: La enseñanza de la química implica prácticas lingüísticas integradas en actividades específicas, como el uso de modelos moleculares y discusiones, conformando un “juego de lenguaje” que facilita la construcción de significado entre alumnos y docentes.
4. Aprendizaje experiencial y construcción de sentidos: La experiencia compartida, a través de actividades prácticas como la manipulación de modelos y experimentos sensoriales, es fundamental para la construcción de significados y la comprensión de los conceptos químicos.
5. Desarrollo gradual y adaptativo del lenguaje químico: El aprendizaje del lenguaje químico ocurre de manera gradual, con los estudiantes participando en diferentes actividades y “juegos de lenguaje” que les ayudan a familiarizarse y adaptarse a los términos y conceptos específicos de la química.
6. Contextualización en la vida cotidiana y en las prácticas científicas: La contextualización de los conceptos químicos en la vida cotidiana y en las prácticas científicas permite a los alumnos conectar el lenguaje y los conceptos con situaciones significativas y aplicables, facilitando la comprensión y la relevancia de la química.

En resumen, la Teoría de los Juegos de Lenguaje de Wittgenstein proporciona una estructura conceptual para comprender cómo el lenguaje se incorpora en prácticas sociales y se contextualiza en actividades específicas. La fundación de AJECE, así como las historias de vida de sus participantes contadas en el capítulo 3, son buenos ejemplos de ello. El papel de la comunicación, la necesidad de pertenencia a la sociedad y la búsqueda por aprender y enseñar sobre el potencial de las personas con discapacidad visual fueron esenciales para el crecimiento de la institución y de quienes participan en ella. Estas consideraciones están

alineadas con la idea de que el lenguaje en la enseñanza de la química es parte integrante de juegos de lenguaje más amplios que involucren prácticas educativas específicas.

Ante lo expuesto, se percibe que una enseñanza de la química que incorpore los conceptos discutidos no solo es adaptable, sino potencialmente inclusiva desde su concepción. A diferencia de lo que ocurre en prácticas adaptativas, donde la enseñanza pensada para personas videntes se ajusta para estudiantes con discapacidad visual, un enfoque que tenga en cuenta los principios de la proxémica, la affordance, la mereología, la abducción y la transdición, involucrados en un movimiento comunicativo análogo a un juego de lenguaje, puede alcanzar a una mayor diversidad de alumnos.

5.2 Juegos de lenguaje integrados en la apropiación del lenguaje por personas con discapacidad visual

Según Laszlo (2011), el lenguaje químico trata con entidades invisibles a la percepción directa, lo que exige el uso de modelos para hacer accesible a los estudiantes lo que el autor denomina el mundo de las moléculas y estructuras microscópicas. Estos modelos, ya sean teóricos o manipulables, funcionan como representaciones que ayudan a estructurar el discurso químico y a visualizar fenómenos abstractos. Al seleccionar los aspectos esenciales y excluir lo irrelevante, los modelos facilitan la comprensión conceptual y fomentan la participación activa de los estudiantes en el juego de lenguaje de la Química, favoreciendo la ruptura con el sentido común y la apropiación del lenguaje científico.

Así, la química, con su lenguaje icónico y representacional (Peirce, 2017; Laszlo, 2011; Gois y Giordan, 2007), con implicaciones para su enseñanza y aprendizaje, particularmente para estudiantes con discapacidad visual, está íntimamente relacionada con los conceptos de affordance, mereología, proxémica, transdición y abducción, como veremos a continuación.

5.2.1 Affordance: oportunidades de acción e interacción

Según Gregório, Ramos y Laburú (2019), el concepto de affordance ha aportado contribuciones relevantes en la investigación internacional sobre educación científica. La comprensión de este concepto surge como una perspectiva analítica prometedora para las prácticas pedagógicas que resaltan la participación activa del alumnado en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Al integrar esta teoría en el estudio de la enseñanza de la Química para alumnos con discapacidad visual, podemos investigar cómo los materiales educativos ofrecen oportunidades específicas de aprendizaje, considerando las capacidades y necesidades sensoriales de los estudiantes, y así ayudarles a utilizar el lenguaje de la química.

En las investigaciones internacionales, la educación científica se ha centrado en investigar qué tipos de actividades estimulan una mayor dialogicidad y compromiso interactivo de los estudiantes en la resolución de tareas, con el objetivo de promover la reflexión autónoma de los aprendices, considerando la construcción del conocimiento científico (Gregório; Ramos; Laburú, 2019).

La teoría de la affordance, propuesta por James J. Gibson, puede utilizarse en este estudio para profundizar la comprensión de las interacciones entre los alumnos, los materiales didácticos y el entorno de aprendizaje. Las affordances se refieren a las oportunidades de acción percibidas por los individuos en su entorno. Como ejemplifican Oliveira y Rodrigues (2006), *“cuando un agente percibe superficies, objetos, animales, percibe affordances”* (p. 121). Cabe destacar que las affordances dependen de las características del propio agente que las percibe, siendo por tanto subjetivas y contextuales.

Gregório, Ramos y Laburú (2019) afirman que la percepción obtiene información directamente del sistema visual, facilitando las acciones del individuo en su interacción con el entorno, comprensión que llevó a Gibson a proponer el concepto de affordance. Sin embargo, esta asociación con lo visual conduce a las siguientes preguntas: ¿qué ocurre cuando el individuo es ciego? ¿Puede desarrollar affordances? Y, en ese caso, ¿qué lo llevaría a establecerlas?

De acuerdo con Oliveira y Rodrigues (2005), *“desde la perspectiva gibsoniana, las imágenes retinianas, neuronales o mentales pueden ser excluidas del proceso perceptivo”* (p. 103); la affordance constituye la *“relación funcional entre un objeto en el espacio y un individuo con una constitución física específica en un entorno determinado”* (Oliveira y Rodrigues, 2005, p. 123). Por lo tanto, las personas con discapacidad visual perciben el mundo a través de otros mecanismos y sentidos.

La affordance describe las propiedades del entorno y de los objetos que orientan las acciones del agente de manera intuitiva e inmediata (Greno, 1984, citado por Gregório, Ramos y Laburú, 2019). Las affordances son siempre relaciones entre un objeto presente en el espacio y una persona en un contexto específico. Lo que ofrece una affordance a un alumno vidente puede no brindar la misma oportunidad a otro con discapacidad visual, por ejemplo.

Un mismo objeto puede presentar diferentes posibilidades de uso para distintos individuos, ya que las affordances dependen de la capacidad del agente para reconocer las posibilidades que ciertos objetos pueden suscitar. La percepción no reside en el cerebro o en la mente, ni tampoco en el entorno o el objeto: nace de la relación. Según Oliveira y Rodrigues (2006), es ecológica; negarla, afirman, es negar la posibilidad de actuar en el entorno.

Para establecer relaciones espaciales con los objetos, según Alexandre y Cordovil (2007), las personas ciegas utilizan el tacto, la audición y la propiocepción —capacidad del cuerpo para percibir su propia posición, movimiento y orientación en el espacio sin recurrir a la vista. De acuerdo con los autores, un proceso de exploración secuencial puede construir información espacial. Así, para tener noción del espacio circundante, los niños ciegos deben explorar inicialmente las partes que lo componen —la información táctil combinada con la cinestésica, conocida en la psicología ecológica como percepción háptica, como identifican Alexandre y Cordovil (2007).

En el aula, el profesor es el responsable de hacer explícitas las affordances de las actividades, ya que no siempre son intuitivas (Gregório; Ramos; Laburú, 2019). Corresponde al docente ayudar a los estudiantes a hacer conexiones, inferencias y deducciones, entre otras posibilidades. Las affordances presentes en un entorno de aula no siempre son percibidas por los alumnos, pues la capacidad para reconocer estas oportunidades varía según las experiencias y percepciones de cada individuo.

Así, una explicación clara y detallada de las actividades es esencial para que sean percibidas. El docente también debe priorizar enfoques que fomenten la interacción discursiva entre estudiantes y profesores, promoviendo el desarrollo de razonamientos independientes en la construcción de significados para las ideas científicas. Incluso al planificar una clase, las affordances no son las mismas para todos los docentes (Gregório, Ramos y Laburú, 2019).

Silva, Cerqueira y Ribeiro (2024) argumentan que el concepto de affordance es fundamental en los procesos científicos, siendo imprescindible en los procedimientos experimentales, en el análisis y la descripción de fenómenos. Según estos autores, distintas affordances desempeñan un papel crucial en la comprensión de un fenómeno o en el uso adecuado de un objeto, mientras que affordances inadecuadas pueden generar dificultades.

Este concepto, por tanto, debe ser considerado un instrumento importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, influyendo en elementos como gestos, tono de voz y recursos didácticos en el aula, los cuales pueden orientar la acción de manera positiva o negativa. Para los autores mencionados, el acercamiento al concepto de affordance se desarrolla a partir de la interacción entre sujetos, artefactos y entornos, lo que, en su visión, abre posibilidades para nuevos análisis en el campo educativo y avances en la comprensión de los objetos y ambientes que afectan el proceso de aprendizaje.

Al correlacionar las categorías anteriores, destacamos la importancia de la interacción entre los alumnos y los objetos, como los modelos moleculares, en el proceso de construcción del lenguaje químico. Las propiedades de estos objetos y entornos pueden sugerir sus posibilidades de uso y acción, según lo expuesto a continuación:

1. Estructuras cognitivas y construcción del conocimiento

- Mediación conceptual: El lenguaje químico estructura la forma en que los estudiantes organizan y procesan información sobre átomos, enlaces y moléculas, orientando sus acciones cognitivas.
- Aprendizaje activo: La interacción con materiales didácticos físicos favorece la interiorización de conceptos abstractos, conectando la percepción sensorial con la construcción conceptual.

2. Modelos didácticos como herramientas epistémicas

- Representación y manipulación: Los modelos de bolas y varillas amplían la comprensión sobre la naturaleza de los enlaces químicos, promoviendo inferencias sobre las propiedades moleculares.
- Construcción y significación: La experiencia práctica con modelos permite a los estudiantes desarrollar criterios propios para diferenciar e interpretar estructuras químicas.

3. Lenguaje y transformación del pensamiento

- Transición terminológica: La sustitución de términos cotidianos por expresiones químicas refleja la apropiación progresiva del discurso científico.
- Construcción epistémica: El lenguaje químico no solo nombra fenómenos, sino que también sugiere relaciones y patrones, moldeando la forma en que los estudiantes conciben y explican la química.

4. Convenciones y estructuración del saber químico

- Papel de las normas científicas: El aprendizaje de las convenciones químicas posibilita la comprensión de representaciones estandarizadas y la comunicación dentro de la comunidad científica.
- Delimitación y posibilidades: Las convenciones orientan la interpretación de los modelos y sus limitaciones, promoviendo una visión crítica sobre la naturaleza de las representaciones científicas.

El análisis de las categorías anteriores nos remite, una vez más, al concepto de *affordance*, esta vez demostrando la relación entre dicho concepto y el lenguaje químico. La *affordance* desempeña un papel fundamental en la enseñanza de la química, especialmente en la construcción del lenguaje químico. Al introducir conceptos como átomos, enlaces y moléculas, el enfoque pedagógico inicial actúa como una “invitación” para que los estudiantes interactúen con estos

términos de forma más profunda. La propia estructura del lenguaje químico orienta la cognición, influyendo en la forma en que los estudiantes organizan y comprenden las relaciones entre los conceptos, facilitando la transición del lenguaje cotidiano al lenguaje científico.

La utilización de modelos didácticos, como los de bolas y varillas, ejemplifica cómo se manifiesta la affordance en la práctica educativa. Estos modelos concretos, además de ayudar a visualizar los enlaces químicos, ofrecen a los alumnos formas de identificar las interacciones atómicas. La manipulación de estos objetos permite a los estudiantes experimentar la construcción de moléculas de forma táctil, favoreciendo una comprensión más intuitiva de las características y propiedades químicas. Este enfoque práctico y participativo facilita el aprendizaje, enriquece la comunicación científica y permite a los alumnos desarrollar un lenguaje más específico y preciso.

Además, la affordance contribuye al desarrollo de habilidades de observación y cuestionamiento por parte de los estudiantes. Al observar características visuales y físicas de los modelos, como el tamaño de las esferas y los tipos de enlaces, los alumnos son incentivados a hacer comparaciones e identificar moléculas. Esta práctica promueve una comprensión intuitiva de los enlaces químicos, al mismo tiempo que refuerza la importancia de las convenciones científicas en la construcción de modelos.

De este modo, podemos inferir que el concepto de affordance se asocia con otros aspectos, como la comunicación interpersonal, la relación entre las partes y el todo de un objeto, así como otras relaciones que se abordarán a continuación.

5.2.2 El concepto de mereología en el lenguaje químico: la importancia de la relación entre las partes y el todo para la enseñanza de la química

Otro concepto emergente de la investigación implica el análisis de la delimitación de espacios, la percepción del conjunto y sus partes, así como de los distintos materiales en la producción de recursos didácticos. Este enfoque remite a la mereología (Contarato, 2022). Esta disciplina examina cómo las partes se relacionan y se conectan para formar un todo, lo cual puede aplicarse a la química para entender, por ejemplo, cómo los átomos se combinan para formar moléculas y cómo estas moléculas constituyen las sustancias.

Las categorías a continuación organizan una vertiente que, además de buscar atender a las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual, propone una reflexión sobre cómo los conceptos de delimitación, imperfección y relación parte-todo contribuyen a la enseñanza y comprensión de la química:

Estructura mereológica de las categorías en la enseñanza de Química para estudiantes con discapacidad visual:

1. Delimitación de espacios y sistemas (Base estructural del conocimiento químico)

La delimitación de espacios y sistemas constituye la base para la comprensión de la química, ya que establece los límites físicos y conceptuales necesarios para el análisis de las interacciones químicas. Esta estructuración orienta a los estudiantes con discapacidad visual a comprender el entorno experimental, ya sea mediante descripciones verbales precisas o a través de la exploración táctil. El rol del docente es esencial para organizar y guiar esta percepción.

2. Percepción de imperfecciones en los modelos didácticos (Componentes y limitaciones de los modelos)

Los modelos didácticos son partes integrantes del sistema de enseñanza, pero pueden presentar imperfecciones que dificulten o faciliten el aprendizaje. La relación parte-todo se manifiesta en la necesidad de comprender cómo los detalles del modelo afectan su representación del fenómeno químico. La mediación docente es necesaria para minimizar ambigüedades y reforzar el significado conceptual, utilizando convenciones que hagan los modelos más accesibles.

3. Percepción global: interacciones entre partes y el todo (Estructuración del conocimiento químico)

El concepto mereológico se manifiesta en la química a medida que los estudiantes aprenden a transitar entre diferentes niveles de organización: los átomos se combinan en moléculas, que a su vez forman sustancias con propiedades emergentes. Este aspecto relaciona la mereología con el siguiente concepto a tratar: la *transdición*. La comprensión del todo depende del análisis de sus partes, y la *affordance* de los modelos didácticos contribuye a que los estudiantes exploren las relaciones químicas de forma sensorial.

4. Desarrollo sensoriomotor y cognitivo (Integración de la experiencia sensible y cognitiva)

El desarrollo sensoriomotor está interrelacionado con el proceso de aprendizaje químico mediante la exploración táctil y el diálogo. La interacción con modelos físicos permite construir significados a partir de la percepción háptica, mientras que la descripción verbal y el compromiso dialógico estructuran la experiencia cognitiva. La progresión temporal de las reacciones químicas también refuerza esta relación parte-todo, a medida que las transformaciones químicas se entienden como cambios estructurales dentro del sistema.

La estructuración mereológica de la enseñanza de la química para estudiantes con discapacidad visual demuestra que cada categoría contribuye a la comprensión del conocimiento químico de forma integrada. La delimitación de espacios establece los contornos del aprendizaje,

los modelos didácticos ofrecen elementos representativos, la visión global organiza las relaciones entre las partes y el todo, y el desarrollo sensoriomotor articula la experiencia sensible con el pensamiento científico.

Según Contarato (2022), la mereología es fundamental para comprender la ontología de los objetos, pero también las relaciones entre elementos en diversas áreas como la biología, la psicología y la teoría del arte. Se puede inferir que, para la química, esta relación también es relevante. La relación mereológica entre el todo y sus partes integrantes implica que el todo depende de la composición de esas partes; la ausencia de alguna de ellas puede hacer que el objeto deje de ser reconocido como tal. Según Contarato:

La palabra "Mereología" proviene del griego μέρος, que significa "parte", y "λογία", que significa "estudio". Así, la Mereología es el estudio de las relaciones lógicas entre las partes, o mejor dicho, entre el todo y las partes (Contarato, 2022, p.3).

Según Harré y Llored (2009), la química, desde la filosofía corpuscular de Robert Boyle, puede entenderse como una ciencia mereológica. Esta perspectiva reemplaza la metafísica de las "sustancias continuas" y "cualidades" —que eran vistas como expresiones de "principios"— por un enfoque basado en la relación parte-todo. De este modo, la química se construye sobre una metafísica que enfatiza la interdependencia entre las partes y el todo. Según los autores, la gramática que rige el uso de los conceptos de 'parte-todo' se conoce como mereología.

La química, entendida como la ciencia de la transformación de sustancias mediante la manipulación de sus partes materiales discretas, como los elementos, se alinea con los conceptos de la mereología clásica. Este enfoque ha sido ampliamente utilizado como base pedagógica para las explicaciones químicas en el discurso tradicional. Por ejemplo, un átomo de sodio es parte tanto de una molécula de carbonato de sodio como de la sustancia material del elemento sodio (Harré y Llored, 2009).

Sin embargo, los autores mencionan que la química ha evolucionado más allá de la metafísica boyleana. Earley (2004 apud Harré y Llored, 2009) argumenta a favor de una fundamentación metafísica procesual, relacionada con conceptos como poderes causales y affordances, subvirtiendo la visión de Boyle. Además, la introducción de los orbitales moleculares como explicación de los procesos de enlace también desafía aspectos fundamentales de la ontología de Boyle.

La teoría de los orbitales moleculares demuestra que el enlace químico no resulta de una simple yuxtaposición de átomos, sino de un fenómeno emergente descrito en términos de probabilidades cuánticas e interacciones dinámicas. Esta visión, basada en una metafísica

procesual anclada en conceptos causales y de affordances, como la propuesta por Earley y discutida por Harré y Llored (2009), concibe la materia y las sustancias no como simples agregados estáticos, sino como entidades cuyas propiedades emergen de las interacciones que establecen. En otras palabras, la materia se define por las características intrínsecas de las entidades químicas, pero también por su capacidad de producir efectos bajo ciertas condiciones y por las oportunidades de interacción que emergen entre estas entidades y sus entornos. Esta perspectiva contrasta con la visión mecanicista de Boyle.

La mereología, al investigar las relaciones entre las partes y el todo, se alinea con la idea de que el significado se construye en las interacciones y contextos sociales, un principio central en la filosofía de Wittgenstein. En este sentido, es posible establecer una conexión entre la mereología y los juegos de lenguaje en la perspectiva del Wittgenstein maduro. Llored (2014) enfatiza que los formalismos, herramientas teóricas, lenguajes y representaciones empleados en diversos métodos de la química cuántica han sido moldeados por cuestiones relativas a las relaciones entre una molécula, sus partes y su entorno. Así, las herramientas teóricas utilizadas por los filósofos para abordar la emergencia y la reducción no son independientes de las cuestiones en juego (Llored, 2014).

La molécula va más allá de la simple unión de átomos, siendo entendida como un ente distinto compuesto por núcleos y electrones. Según Mulliken (1967, citado por Llored, 2014), su estabilidad depende de la interacción compleja entre los átomos, siendo la configuración electrónica global la que determina la estabilidad molecular, y no solamente la energía de cada átomo o electrón individualmente. Aunque la visión atómica convencional trate a la molécula como compuesta por átomos o iones unidos por enlaces de valencia, desde el punto de vista molecular, el enfoque está en la molécula como un todo, siendo, en cierta forma, irrelevante el mecanismo específico de unión de los átomos o iones para formar la estructura final.

Por ello, al trabajar con modelos atómicos y moleculares, los estudiantes necesitan comprender e identificar las relaciones entre los átomos (las partes) y las moléculas (el todo), aprendiendo a distinguir sustancias en base a su estructura y enlaces. Así, al construir moléculas e identificar sus partes, los alumnos pueden aprender a transitar entre el mundo molecular y el macrocosmos (Laszlo, 2011), parte esencial del conocimiento químico, comprendiendo cómo los átomos se relacionan para formar compuestos más complejos. No obstante, en este proceso constructivo, aprender el lenguaje químico es esencial, como se puede observar a partir de las siguientes categorías:

1. Estructuración del Pensamiento Químico

- **Construcción Conceptual:** La relación entre parte y todo organiza la comprensión sobre átomos y moléculas, permitiendo que los estudiantes perciban cómo las propiedades de las partes influyen en el comportamiento del todo.
- **Aprendizaje Activo:** La interacción práctica con modelos favorece la asimilación de conceptos al permitir que los estudiantes experimenten cómo los cambios en una parte afectan la totalidad de la estructura química.

2. Modelado y Representación en el Aprendizaje

- **Modelos Didácticos como Herramientas Cognitivas:** La manipulación de representaciones físicas refuerza la percepción de la interdependencia entre los constituyentes químicos y su organización estructural.
- **Exploración Sensorial y Comprensión Estructural:** La experiencia táctil y sensorial con modelos promueve la internalización de las relaciones químicas, desarrollando una comprensión intuitiva de las propiedades moleculares.

3. Desarrollo de Estrategias de Investigación y Argumentación

- **Criterios de Observación y Análisis:** La práctica de identificar patrones estructurales y funcionales fortalece la capacidad de los estudiantes para formular hipótesis y reconocer relaciones moleculares.
- **Modelos como Recursos Epistémicos:** El uso de representaciones permite a los estudiantes desarrollar explicaciones más elaboradas y fundamentadas sobre fenómenos químicos.

4. Lenguaje y Construcción del Conocimiento Científico

- **‘Transición’ del Lenguaje Común al Especializado:** La apropiación del lenguaje químico amplía la capacidad de los estudiantes para expresar conceptos complejos, refinando su comunicación científica.
- **Estructuración del Pensamiento Químico a través del Lenguaje:** El uso de terminologías específicas promueve un encuadre cognitivo que permite la formulación de explicaciones químicas más precisas.

5. Convenciones y Estructuración del Conocimiento Científico

- **Normalización y Construcción del Saber Químico:** Las convenciones científicas orientan la interpretación de los modelos y garantizan coherencia en la comunicación de los conceptos químicos.

- **Relación Parte-Todo en la Ciencia:** La organización de las convenciones químicas permite comprender cómo las interacciones entre las partes estructuran las propiedades de los sistemas químicos, consolidando un razonamiento alineado con las prácticas científicas.

Como se ha visto, la mereología se configura como un concepto fundamental para la comprensión teórica que los docentes deben tener al elaborar metodologías de enseñanza que favorezcan el aprendizaje de la química para todos los estudiantes. Al considerar estos aspectos, los profesores pueden ayudar a los alumnos a construir una visión integrada y detallada de la química, conectando las microestructuras (átomos y moléculas) con los fenómenos macroscópicos que observan en el laboratorio o en su vida cotidiana.

La teoría de los orbitales moleculares demuestra que el enlace químico no resulta de una simple yuxtaposición de átomos, sino de un fenómeno emergente descrito en términos de probabilidades cuánticas e interacciones dinámicas. Esta percepción, fundamentada en una metafísica procesual anclada en conceptos causales y affordances, como lo propone Earley y lo discuten Harré y Llored (2009), concibe la materia y las sustancias como entidades cuyas propiedades emergen de las interacciones que establecen, y no como meros agregados estáticos.

En otras palabras, la materia se define no solo por las características intrínsecas de las entidades químicas, sino también por su capacidad de producir efectos bajo ciertas condiciones y por las oportunidades de interacción que emergen entre estas entidades y sus entornos. Esta perspectiva contrasta con la visión mecanicista de Boyle.

La mereología, por lo tanto, ofrece posibilidades para comprender las conexiones entre las partes y el todo, un elemento fundamental para entender la química como ciencia de las interacciones fundamentales de la materia. Para los estudiantes con discapacidad visual, esta comprensión de forma sensorial exige un tiempo mayor, ya que, al explorar un objeto mediante el tacto, generalmente perciben las partes de forma secuencial (Azevedo, 2020) antes de alcanzar una visión integrada del todo. Esta característica refuerza la importancia de comprender los aspectos relacionados con la mereología al diseñar clases inclusivas, facilitando las percepciones de estos estudiantes.

5.2.3 El proceso abductivo en la construcción del lenguaje químico

En el proceso de aprendizaje, hay momentos en que el conocimiento científico se construye a partir de hipótesis que conectan pistas aparentemente dispersas, llevando a nuevas explicaciones o interpretaciones. Este tipo de razonamiento permite que los estudiantes, al observar fenómenos y patrones, formulen ideas iniciales para su exploración y análisis. Al

enfrentar incertidumbres o información incompleta, se busca la mejor explicación posible para una situación, guiando la investigación hacia una solución plausible, que puede ser probada y refinada posteriormente. En la enseñanza de la química, este enfoque puede ser especialmente útil al incentivar a los alumnos a estudiar los modelos, estimulando la creatividad y la flexibilidad en la construcción del conocimiento científico.

Participa en la construcción del lenguaje químico el desarrollo de habilidades de observación y de formulación de preguntas. Durante la manipulación de modelos y la orientación sobre convenciones científicas, por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar una forma de inferencia lógica que propone la mejor explicación para una observación, para formular hipótesis sobre los enlaces y estructuras observadas. A través de esta práctica, los estudiantes hacen inferencias sobre las moléculas, basándose en la observación de sus representaciones físicas y en las explicaciones proporcionadas durante la mediación.

La habilidad de cuestionar y formular hipótesis está relacionada con el concepto de abducción. Según Silva, Ribeiro y Cerqueira (2024), el razonamiento abductivo se constituye como una herramienta lógica para conocer e interpretar fenómenos, permitiendo la formulación de ideas de manera creativa. Tiene una fuerte correlación con los procedimientos metodológicos de la química, que utiliza un lenguaje propio compuesto por representaciones para identificar entidades físicas no observables de forma inmediata. La abducción, al contribuir epistemológicamente, facilita la comprensión de los fenómenos químicos, ofreciendo oportunidades para la construcción de conocimiento que estimule la elaboración de nuevas hipótesis explicativas de la realidad.

El concepto de abducción, introducido por el filósofo y lógico Charles Sanders Peirce, se refiere a un tipo de razonamiento que implica la formación de hipótesis explicativas a partir de observaciones o hechos conocidos. Este proceso consiste en inferir la mejor explicación para un fenómeno dado, con base en premisas consideradas verdaderas. Sin embargo, como la realidad no es estática, la abducción busca comprender las dinámicas del fenómeno, apoyándose en el descubrimiento, la intuición y la creación (Peirce, 2017; Silva; Cerqueira y Ribeiro, 2024).

A diferencia de la deducción, que parte de reglas generales para llegar a conclusiones específicas, y de la inducción, que generaliza a partir de casos específicos, la abducción busca una hipótesis que explique los datos observados. Por ejemplo, al notar que las hojas de una planta están amarillas, una persona puede inferir que esto ocurre porque la planta está recibiendo demasiada agua. Esta hipótesis, entonces, necesita ser probada y verificada para confirmar su validez.

Es necesario destacar que los tres tipos de razonamiento — deductivo, inductivo y abductivo — tienen funciones específicas en el desarrollo de la ciencia química. El deductivo es

fuerte en la aplicación de reglas establecidas; el inductivo, en la creación de generalizaciones a partir de patrones observados; y el abductivo, en la formulación de hipótesis creativas para explicar fenómenos nuevos o inesperados. Juntos, forman la base del progreso científico, complementándose según el contexto y los datos disponibles. Sin embargo, destacamos aquí la importancia del razonamiento abductivo por ser el tipo de razonamiento motor de la creatividad y, tal vez, el menos considerado en las clases más tradicionales.

En el ámbito educativo y científico, la abducción desempeña un papel fundamental al estimular la curiosidad y la exploración, permitiendo que alumnos e investigadores formulen nuevas preguntas y conduzcan investigaciones para comprender fenómenos complejos. Según Peirce (2017, p. 220), *“es la única operación lógica que presenta una idea nueva, pues la inducción solo determina un valor, mientras que la deducción desarrolla meramente las consecuencias necesarias de una hipótesis pura”*. De esta forma, la abducción se revela como una herramienta esencial en la construcción del conocimiento científico, ya que favorece la generación de nuevas ideas al integrar el rigor lógico con el fortalecimiento del pensamiento intuitivo y creativo.

El concepto de abducción puede integrarse a las categorías ya mencionadas al destacar el razonamiento inferencial que los estudiantes y profesores utilizan para construir hipótesis y explicaciones sobre fenómenos químicos, especialmente al trabajar con modelos y conceptos que no pueden ser directamente observados. A continuación, propongo una forma de conectar el concepto de abducción con las categorías anteriores:

1. Procesos Cognitivos en el Aprendizaje de la Química

- **Inferencias y Construcción del Conocimiento:** Los estudiantes realizan abducciones al formular hipótesis sobre estructuras atómicas y moleculares basándose en conocimientos previos y evidencias observables.
- **Aprendizaje Activo y Exploratorio:** La manipulación de modelos y materiales didácticos permite a los estudiantes experimentar y ajustar sus inferencias, promoviendo una comprensión dinámica de los conceptos químicos.

2. Modelización como Estrategia Epistémica

- **Representación y Experimentación:** Los modelos didácticos sirven como herramientas para la formulación y validación de hipótesis, permitiendo a los estudiantes estudiar las relaciones entre estructura y propiedades químicas.

- Interpretación y Adaptación Conceptual: La manipulación de representaciones físicas favorece el refinamiento de inferencias sobre interacciones químicas, consolidando la comprensión de estructuras invisibles.

3. Construcción del Lenguaje Científico

- Transición de lo Cotidiano a la Abstracción: El uso progresivo del lenguaje químico implica inferencias sobre cómo los conceptos abstractos se aplican al mundo observable.
- Precisión y Significado de los Términos Científicos: La apropiación de la terminología química está anclada en la formulación de hipótesis que conectan representaciones simbólicas con fenómenos concretos.

4. Naturaleza Convencional y Epistemológica de la Ciencia

- Modelos y Convenciones como Herramientas Cognitivas: La comprensión de los modelos científicos implica reconocer que representan hipótesis organizadas para interpretar fenómenos no directamente observables.
- Construcción y Validación del Conocimiento Científico: El aprendizaje de la química requiere la asimilación de la naturaleza convencional de las representaciones, permitiendo a los estudiantes inferir relaciones entre estructura y comportamiento molecular.

En la enseñanza de la química, el proceso de abducción es fundamental porque la disciplina frecuentemente trata con entidades que no son directamente accesibles a los sentidos humanos. Los estudiantes son desafiados a hacer inferencias sobre estas entidades basándose en observaciones y datos macroscópicos. A partir de experimentos, modelos y observaciones, formulan hipótesis que ayudan a llenar el vacío entre lo visible y lo invisible, proceso esencial para entender los conceptos más abstractos de la química.

La abducción, entonces, puede ser introducida como el proceso de inferencia mediante el cual los estudiantes construyen explicaciones para fenómenos químicos, formulando hipótesis sobre lo que no pueden observar directamente. Este proceso es fundamental para la construcción de significado en la enseñanza de la química, donde los estudiantes necesitan frecuentemente imaginar, inferir y probar hipótesis sobre estructuras y procesos moleculares que están más allá de la percepción directa. A pesar de la importancia de la abducción, en el aula observamos que hay una preocupación mayor por la respuesta correcta. Los estudiantes aún preguntan poco, y los profesores no siempre los incentivan a aventurarse en la búsqueda de nuevas hipótesis o cuestionamientos.

Según Gonzalez y Haselager (2002), el proceso abductivo se inicia con la percepción de anomalías o de problemas aparentemente insolubles. De acuerdo con las autoras, las sorpresas y dudas desencadenan el proceso abductivo de búsqueda y generación de hipótesis que, si fueran verdaderas, podrían resolver la cuestión. Esta inferencia inicial, aún incierta, es un tipo de abducción y un intento de dar sentido a un fenómeno desconocido basándose en pistas sensoriales y lingüísticas disponibles. Durante las clases descritas en esta investigación, la intervención del estudiante que pregunta si “una bolita es más grande que la otra, ¿eso tiene algo que ver?” ejemplifica bien este movimiento abductivo, en el que comienza a buscar relaciones significativas entre propiedades perceptibles (el tamaño de las bolitas) y posibles explicaciones científicas.

En otra situación, el estudiante que observa que “se interconectaron y eso generó dos moléculas” demuestra un razonamiento que emerge de la manipulación del modelo y de la escucha atenta del lenguaje del profesor. Esta no es una construcción meramente deductiva o inductiva, refleja una abducción guiada por pistas sensoriales y conceptos aún en formación. El estudiante, partiendo de una situación concreta, intenta explicarla con una hipótesis que aún está en construcción. Lo mismo ocurre cuando otro estudiante pregunta si “puede haber un enlace más que doble...”, indicando que, ante las observaciones y explicaciones recibidas, propone una posibilidad más allá de lo mostrado, anticipando algo que puede o no ser validado después. Se trata de una imaginación racional, típica de la abducción, en la cual el lenguaje cotidiano y el modelo sensorial sirven como punto de partida para formulaciones aún no completamente formalizadas.

Estos momentos ilustran cómo la transición del lenguaje cotidiano al lenguaje científico implica también un movimiento lógico de naturaleza abductiva: ante un nuevo escenario simbólico y material (las “bolitas” y “palitos” que pasan a representar entidades químicas), los estudiantes construyen hipótesis provisionales que son puestas a prueba, ajustadas y refinadas a lo largo de la clase. El lenguaje del profesor, al mismo tiempo accesible y técnico, crea las condiciones para que estos procesos ocurran, funcionando como un puente entre lo sensible y lo abstracto. Así, el razonamiento abductivo se manifiesta como un recurso cognitivo, pero también como un proceso situado en el contexto comunicativo y sensorial del aula, lo cual es esencial para la apropiación del lenguaje químico.

De esta forma, el razonamiento abductivo en la enseñanza de la química para personas con discapacidad visual puede ser un instrumento para incentivar la construcción de hipótesis y la comprensión de fenómenos complejos mediante representaciones sensoriales accesibles. Al crear actividades que utilicen pistas táctiles, auditivas o tecnológicas, los docentes pueden ayudar a estos estudiantes a inferir conceptos y propiedades químicas invisibles.

Este tipo de razonamiento adquiere una relevancia aún mayor cuando se aplica a la enseñanza de estudiantes con discapacidad visual. En una sociedad predominantemente construida para personas que ven, quienes tienen discapacidad visual enfrentan desafíos diarios para interpretar e interactuar con el mundo que los rodea. Caminar por las ciudades, por ejemplo, exige un nivel constante de abducción. Ante la ausencia de visión, necesitan inferir información sobre el entorno basándose en pistas sensoriales como sonidos, texturas y olores. El simple acto de cruzar una calle o localizar un punto de referencia exige inferencias rápidas sobre lo que no es inmediatamente accesible —una forma cotidiana de abducción.

En el contexto de la enseñanza de la química, estos estudiantes enfrentan un desafío similar: sin acceso directo a las representaciones visuales tan comúnmente utilizadas para describir átomos, moléculas y reacciones químicas, necesitan construir hipótesis sobre estructuras invisibles usando información auditiva, táctil y conceptual. La abducción, por lo tanto, se convierte en una herramienta fundamental no solo para entender el mundo físico, sino también para interpretar el mundo químico.

Así como necesitan inferir sobre obstáculos, direcciones y espacios en las ciudades a partir de pistas fragmentadas, estos estudiantes realizan inferencias en el aprendizaje de la química, interpretando modelos y conceptos abstractos a partir de representaciones sensoriales y accesibles. De este modo, la abducción no es solo una estrategia didáctica en la enseñanza de la química, sino una habilidad esencial que conecta el aprendizaje con la vida cotidiana, permitiendo que los estudiantes con discapacidad visual naveguen tanto por el mundo físico como por el mundo de los conceptos científicos.

Por lo tanto, promover prácticas pedagógicas inclusivas que fomenten el uso del razonamiento abductivo, además de facilitar el aprendizaje, potencia y valora las habilidades que estos estudiantes ya poseen para interactuar con un mundo que, muchas veces, no fue diseñado para ellos. Otra modalidad de inferencia esencial para el lenguaje químico es la transdición, sobre la cual hablaremos en el siguiente apartado.

5.2.4 Inferiendo Propiedades de Entidades No Observables a Partir de Entidades Observables: la Transdición conecta mundos

Al trabajar con modelos atómicos y moleculares, se invita a los estudiantes a deducir propiedades de entidades no observables a partir de experiencias sensoriales directas. El concepto relacionado con esta transición de la percepción se llama transdición, como lo discutieron Tomasi (1999) y Mandelbaum (2019) y citados por Silva, Cerqueira y Ribeiro (2024). Representa una inferencia crucial en la química, ya que permite establecer relaciones entre lo que Laszlo (2011) denominó Mundo 1 y Mundo 2 respectivamente, es decir, entre nuestro ambiente perceptivo y el de las moléculas, complejos de coordinación y otras entidades invisibles. Según Mandelbaum

(2019), el concepto de transdición fue elaborado por Donald C. Williams tras analizar un artículo de Carl G. Hempel en 1958. Williams amplió la noción tradicional de experiencia, utilizando los datos para prever o revisar eventos y para formular afirmaciones sobre aquello que trasciende los límites de lo observable. Esta idea permite inferencias sobre fenómenos naturales, abarcando pasado y futuro. Esta práctica de transdición del observable al no observable es fundamental para la comprensión de los fenómenos químicos, permitiendo que los estudiantes extrapolen la realidad inmediata, como se puede notar a partir de las categorías relacionadas a continuación:

1. Procesos Cognitivos y Construcción del Conocimiento

- Transdición Conceptual e Inferencia: El aprendizaje de la química involucra la transdición, permitiendo que los alumnos conecten observaciones con conceptos abstractos, como átomos y moléculas.
- Compromiso Activo y Experimentación: El uso de metodologías participativas estimula la formulación de hipótesis sobre propiedades químicas a partir de la observación de modelos.

2. Modelización y Representación de la Estructura Molecular

- Uso de Modelos Didácticos: La manipulación de representaciones físicas posibilita la inferencia de características atómicas y moleculares invisibles.
- Desarrollo de la Percepción Estructural: La práctica de construir modelos promueve la comprensión de las relaciones entre la organización atómica y las propiedades de la materia.

3. Desarrollo de la Observación y Razonamiento Científico

- Identificación y Análisis de Patrones: La orientación en la observación de modelos permite que los estudiantes establezcan conexiones entre características visibles y propiedades químicas subyacentes.
- Valoración de la Modelización en la Construcción del Conocimiento: La comprensión de la importancia de los modelos en la enseñanza de la química ayuda a los estudiantes a desarrollar una visión crítica sobre fenómenos no directamente observables.

4. Apropiación del Lenguaje Científico

- Evolución del Lenguaje Químico: La transición del lenguaje cotidiano al específico de la química refleja la madurez conceptual de los alumnos.

- Comunicación Científica e Internalización de Conceptos: El aprendizaje implica la adaptación a la terminología química, permitiendo una comunicación más precisa sobre fenómenos microscópicos.
5. Naturaleza Convencional del Conocimiento Químico
- Interpretación y Uso de Convenciones Científicas: El aprendizaje de la química requiere comprender que los modelos y representaciones son construcciones teóricas para describir el mundo de los átomos y moléculas.
 - Reflexión sobre la Construcción del Conocimiento: Al reconocer la ciencia como un sistema basado en convenciones, los estudiantes desarrollan un pensamiento crítico sobre la representación de la realidad química.

En la enseñanza de la química, la transición surge como un elemento esencial para conectar lo observable con lo abstracto. Durante la enseñanza conceptual inicial, por ejemplo, se guía a los estudiantes a inferir propiedades químicas de átomos y moléculas a partir de modelos físicos, desarrollando gradualmente esta habilidad. La práctica con materiales tangibles, como los modelos de bolas y varillas, refuerza esta habilidad, permitiendo a los estudiantes observar la estructura atómica y deducir características de compuestos invisibles.

Además, la manipulación de estos modelos enseña a extraer información sobre enlaces y organización molecular, ampliando la comprensión de los estudiantes más allá de las observaciones directas. Al moverse entre lo cotidiano y el lenguaje químico específico, la transición también refleja la habilidad del alumnado de correlacionar términos científicos con sus observaciones prácticas e inferencias, demostrando cómo esta dinámica es fundamental para la construcción del conocimiento químico y el desarrollo de la comunicación científica.

El concepto de transición es fundamental para la disciplina, ya que articula imagen y ‘realidad’, permitiendo que la química vaya más allá de la mera observación empírica de los fenómenos. De este modo, la ciencia consolida presupuestos metodológicos que se basan tanto en especulaciones metafísicas como en fundamentos teóricos (Silva; Cerqueira; Ribeiro, 2024).

En el contexto de la química, esta relación entre imagen y realidad se fundamenta en la construcción de representaciones que, aunque no sean directamente observables, se vuelven operativas dentro de la práctica científica. Así, la química ha trascendido su dimensión estrictamente empírica al consolidar supuestos metodológicos que incorporan tanto formulaciones teóricas como especulaciones metafísicas, permitiendo no solo describir los fenómenos, sino también explicarlos y predecirlos (G. Silva, 2023; Ribeiro, 2014).

Pensar un objeto de análisis en la química implica, por lo tanto, considerar la capacidad de prever eventos futuros o de visitar estados pasados, infiriendo sobre estructuras y procesos invisibles a partir de evidencias accesibles. La transición, en ese sentido, además de orientar la investigación científica, legitima inferencias sobre aquello que no puede ser directamente aprehendido, estableciendo un juego de lenguaje en el que modelos, conceptos y teorías se entrelazan para hacer comprensible la naturaleza del mundo químico.

Como expone Mandelbaum (2019), Boyle y Newton fundamentaron sus investigaciones en la transición, estableciendo un modelo de pensamiento esencial para la química. Boyle defendió que el conocimiento químico excede la experiencia sensorial, mientras que Newton utilizó inferencias transditiivas para explicar fuerzas invisibles. Este enfoque persiste en la química contemporánea, donde los modelos atómicos y moleculares se construyen a partir de evidencias indirectas, permitiendo que la disciplina supere la observación empírica y profundice en la comprensión de la materia.

Como ejemplo, se puede observar el óxido en una barra de hierro con el tiempo (Mundo 1). Para comprender el proceso, se infiere que los átomos de hierro reaccionan con el oxígeno y el agua presentes en el aire para formar óxido de hierro (Mundo 2). Este movimiento entre lo que se observa y lo que se infiere exige modelos científicos que representan aquello que no puede ser directamente accedido.

La química se sitúa entre la especulación metafísica y sus fundamentos teóricos. Los autores mencionados sugieren que la química no se limita a la especulación empírica, sino que también trabaja con supuestos teóricos e incluso especulaciones metafísicas. Esto significa que, además de evidencias observables, la disciplina se apoya en modelos y teorías que, muchas veces, no pueden ser comprobados directamente, pero que son fundamentales para explicar fenómenos complejos. El concepto de orbital molecular, por ejemplo, se basa en cálculos matemáticos y principios de la mecánica cuántica, pero un orbital no puede ser visto directamente (Russell, 1994; Atkins, 2001). La idea de que los electrones ocupan niveles de energía discretos en un átomo se basa en inferencias experimentales, no en observaciones directas.

Así, la química opera en un espacio intermedio entre la realidad observable y la construcción teórica, lo que la convierte en una ciencia que depende tanto de la experiencia como de la modelación conceptual. Este equilibrio entre observación e inferencia es lo que sustenta su carácter metodológico y su capacidad de explicar fenómenos invisibles, volviéndose esencial para su enseñanza y aprendizaje.

Mandelbaum (2019) explora la relación entre transición e inducción, destacando que la transición puede entenderse como un tipo de inferencia inductiva. La inducción, en general, se refiere a la inferencia de conclusiones a partir de un conjunto limitado de datos observados, sin

garantía absoluta de que esas conclusiones sean siempre válidas. Esto conduce al llamado ‘problema de la inducción’, que cuestiona si es posible justificar racionalmente que el futuro seguirá el mismo patrón del pasado solo basándonos en observaciones anteriores.

Según los argumentos del autor mencionado, la transdición ampliaría ese problema al tratar con inferencias que proyectan el futuro basándose en el pasado y buscan comprender fenómenos que, por principio, no pueden ser directamente observados. Este es el ‘problema de la transdición’. A partir de estas ideas, se pueden señalar algunas relaciones entre los problemas de la inducción y de la transdición:

- **Extrapolación e inferencia:** Tanto la inducción como la transdición implican extrapolaciones. En la inducción, generalizamos a partir de datos específicos; en la transdición, inferimos propiedades no observables basándonos en fenómenos accesibles. En ambos casos, hay fragilidades en las inferencias.
- **Justificación:** El problema de la inducción evidencia la dificultad de justificar generalizaciones, mientras que el problema de la transdición plantea cuestiones sobre la validez de las inferencias sobre entidades no observables. Ambos desafían la confianza en las conclusiones basadas en la experiencia empírica.
- **Contexto educativo:** En la enseñanza de la química, la transdición es esencial, pues los alumnos necesitan inferir sobre entidades invisibles. La dificultad para realizar estas inferencias, al igual que la incertidumbre asociada con la inducción, puede afectar el aprendizaje y la construcción del conocimiento. Explorar la transdición en el proceso educativo puede contribuir a superar desafíos epistemológicos y metodológicos.

Mandelbaum (2019) se pregunta: ¿cómo podemos inferir la existencia de entidades que no son accesibles a la observación directa? En el contexto de la química, esta idea se conecta con la propia naturaleza de la disciplina, ya que los átomos y moléculas, aunque invisibles al ojo humano, se aceptan como existentes debido a sus manifestaciones empíricas, como sus propiedades e interacciones. Bajo esta perspectiva, para los alumnos con discapacidad visual, esta característica de la disciplina, lejos de ser una limitación, puede representar un punto de aproximación con la lógica inferencial que todos los estudiantes deben desarrollar.

En lugar de depender de la visualización directa (inexistente para cualquier persona en el caso de los átomos), la enseñanza puede explorar formas de representación sensorial táctil, auditiva y cinestésica, movilizando la percepción multisensorial para construir sentido. Así, los estudiantes con discapacidad visual, mediante la manipulación de modelos, la escucha de descripciones ricas en lenguaje, la participación en experimentos y el diálogo, ejercitan la

capacidad de "transdecir" y de abducir —es decir, de formular hipótesis explicativas para fenómenos a partir de pistas y patrones— en condiciones epistémicas similares a las de los demás estudiantes.

Al considerar a un observador con discapacidad visual, "observar" no incluye la visión, sino que involucra otros sentidos, como el tacto y la audición. Este enfoque amplía la noción de observación hacia una perspectiva sensorial múltiple, esencial para la construcción del conocimiento. La inferencia sobre el mundo químico, en este contexto, ocurre mediante la exploración sensorial de estructuras moleculares y la elaboración discursiva de la información química. Esto refuerza la idea de que la transdición no se limita a un único canal perceptivo, sino que se basa en la interacción entre diferentes formas de aprehensión sensorial para construir significados sobre lo que no puede experimentarse directamente.

Existe una fuerte similitud entre la transdición en la química y la manera en que las personas con discapacidad visual construyen su comprensión del mundo. Así como la química exige el tránsito entre diferentes niveles de representación, las personas ciegas o con baja visión necesitan traducir constantemente información sensorial diversa para comprender la realidad que las rodea. Por tanto, reconocer que la química opera sobre un plano de entidades inferidas y no visibles contribuye a legitimar la participación plena de los estudiantes con discapacidad visual, pero exige un reposicionamiento de la enseñanza, en el cual todos los alumnos sean invitados a desarrollar habilidades cognitivas basadas en la transdición entre el mundo sensible y el mundo teórico-conceptual, por medio del lenguaje, de la imaginación científica y del uso de modelos.

Una persona con discapacidad visual, a partir del movimiento de transdición, puede aprender química a partir de:

- Inferencias a partir de pistas sensoriales: Así como un químico puede identificar la presencia de una sustancia invisible analizando cambios de color, liberación de gases o variaciones de temperatura en una reacción química, una persona con discapacidad visual puede inferir la presencia de un objeto mediante variaciones en la temperatura del ambiente, olores característicos o por la forma en que el sonido se propaga a su alrededor;
- Dependencia de representaciones y prácticas lingüísticas: La química no trata directamente con la materia en su escala atómica y molecular, sino que opera con símbolos, ecuaciones y modelos teóricos que adquieren sentido dentro de las prácticas de la disciplina. De manera análoga, una persona con discapacidad visual se orienta en el mundo mediante el uso de descripciones verbales,

relaciones espaciales e interacciones táctiles, que adquieren significado en el contexto de sus experiencias y del lenguaje compartido con los demás.

- Traducción de formas de representación: Así como un químico traduce observaciones experimentales en ecuaciones al estudiar reacciones químicas, una persona ciega puede percibir la liberación de gas por el sonido del burbujeo o por la sensación táctil de una erupción en una reacción efervescente. Del mismo modo, al explorar estructuras moleculares, puede comprender relaciones espaciales y enlaces químicos manipulando modelos táctiles, donde la posición y el encaje de los átomos cobran sentido a partir de la experiencia concreta y de las descripciones lingüísticas que acompañan la práctica.
- Acceso al conocimiento a través de mediaciones: Así como un espectrofotómetro permite que los químicos "vean" la absorción de luz sin usar los ojos, un software lector de pantalla permite que un alumno ciego "lea" sin ver.

Con ello, la transdición se presenta como un mecanismo fundamental para la construcción del conocimiento químico, permitiendo la formulación de modelos teóricos basados en la inferencia sobre entidades no visibles, como los entes químicos. En síntesis, la transdición no se limita a una extrapolación de las observaciones, sino que implica la construcción de una comprensión capaz de conectar mundos.

La transdición, al igual que la abducción, constituye una forma de inferencia fundamental para el lenguaje químico. Ambas son de gran relevancia para la enseñanza, especialmente cuando se consideran los estudiantes con discapacidad visual. No obstante, la comunicación no se establece únicamente a través del lenguaje verbal. Existen códigos culturales específicos que atraviesan el proceso comunicativo y, sin ellos, la comunicación efectiva se vuelve inviable. En ausencia del lenguaje visual, la comunicación asume otros contornos, los cuales serán discutidos en el siguiente apartado.

5.2.5 Interacciones espaciales y oportunidades de aprendizaje: La comunicación proxémica

Como se ha mencionado, la comunicación entre las personas es crucial para la convivencia en sociedad. Para ello, requiere habilidades verbales y no verbales. Estos aspectos relacionados con la comunicación varían según el contexto social y cultural. Según Argyle, Schmidt (2013) afirma que existen diferencias en el comportamiento no verbal incluso dentro de

una misma sociedad, incluyendo variaciones individuales, ya que no todas las personas presentan características exactamente iguales a las de su grupo.

Al considerar las sutilezas de las interacciones no verbales, un elemento crucial a explorar es la comunicación proxémica, un concepto propuesto por Edward T. Hall (1959) que atrajo el interés de antropólogos, psicólogos y educadores. La proxémica se refiere al estudio de la relación espacial entre individuos durante la comunicación e interacción social. Abarca la comprensión de las distancias físicas y las zonas de intimidad, las cuales varían entre culturas, grupos e incluso entre individuos.

Este campo de estudio destaca la importancia del espacio personal y su influencia en el comportamiento interpersonal, reflejando las diferencias individuales y culturales en la percepción y el uso del espacio durante las interacciones cotidianas (Araújo, 2019; Farsani y Rodrigues, 2021). Según Farsani y Rodrigues (2021) y Schmidt (2013), del latín *proximus*, el concepto de proxémica evoca una idea de cercanía.

De acuerdo con Hall (1968), la investigación en proxémica cuestiona la validez de la idea de que cuando dos personas viven la "misma experiencia", sus sistemas nerviosos reciben datos idénticos y sus cerebros reaccionan de forma similar, especialmente cuando se trata de culturas distintas. Para Hall, los individuos de diferentes contextos culturales habitan realidades sensoriales diversas.

Hans y Hans (2015) definen la proxémica como el área de estudio que investiga cómo el espacio y la distancia influyen en la comunicación. La relación entre espacio y relaciones se manifiesta en expresiones como estar “cerca” o “lejos” de alguien. En entornos reducidos y con alta densidad de personas, la invasión del espacio personal se vuelve común. Sin embargo, cuando esa densidad es esperada, como en un concierto lleno o en el transporte público en hora pico, hacemos ajustes comunicativos para afrontar la situación. Las invasiones inesperadas, por otro lado, pueden generar reacciones negativas, especialmente si sentimos que alguien ha invadido nuestro espacio voluntariamente.

Araújo (2019), basándose en las ideas de Hall, señala que todas las prácticas sociales en las que participan las personas tienen alguna relación con el espacio y los estímulos sensoriales (visión, audición, olfato, sinestesia), destacando el papel de la cultura en estas interacciones, la cual, además de moldear a los sujetos, da significado a las interacciones, ideologías e interpretaciones de las percepciones del espacio.

En este sentido, la proxémica puede entenderse como una dimensión de las affordances, especialmente en el contexto educativo. Las affordances se refieren a las oportunidades de acción que los individuos perciben en relación con el entorno y los objetos a su alrededor, mientras que

la proxémica se centra en las distancias y las relaciones espaciales entre personas y entre personas y objetos.

Uno de los enfoques de la proxémica, según Schmidt (2013), es el estudio de las formas, en su mayoría inconscientes, en que las personas estructuran, utilizan y perciben el espacio en el proceso de interacción diaria, es decir, la proximidad y la distancia entre los interlocutores durante la interacción, sus posturas, gestos y la presencia o ausencia de contacto físico. La organización del espacio físico y la disposición de los materiales pueden generar affordances específicas que influyen en cómo los estudiantes interactúan entre sí y con los recursos didácticos.

Por ejemplo, un diseño del aula que facilite la cercanía entre alumnos y materiales puede aumentar las oportunidades de interacción y exploración, promoviendo un aprendizaje más colaborativo. Así, la proxémica contribuye a la construcción de las affordances, ya que las características espaciales del entorno afectan directamente las percepciones y acciones de los individuos. Por lo tanto, al considerar las affordances, también es relevante tener en cuenta las dinámicas espaciales que aborda la proxémica, pues juntas moldean las experiencias de aprendizaje y las interacciones en un ambiente educativo.

Según Schmidt (2013), el comportamiento táctil de cada persona depende de factores como la edad, personalidad, situación y contexto. Por ello, no es posible interpretar de manera general cada momento en que una persona toca un objeto o a su interlocutor. Ante esto, podemos inferir que en una clase con alumnos con discapacidad visual pueda haber códigos no verbales propios del grupo o de cada individuo. Es probable que en sociedades donde existe una cultura del contacto, como la latinoamericana, las personas, en general, tengan mayor libertad para utilizar este tipo de comunicación (Schmidt, 2013).

En la enseñanza de la química, podemos utilizar objetos que deben ser manipulados por los alumnos. Esto requiere un tiempo para la percepción y la significación. Ese tiempo de respuesta debe ser considerado y respetado, especialmente cuando el alumno “ve con las manos”. Para que la comunicación en el aula sea efectiva, es necesario tener en cuenta los lenguajes involucrados en el proceso, sean verbales o no verbales. Como lenguaje no verbal entendemos: la entonación de la voz; la proximidad/distancia del interlocutor; el contacto físico; la gestualidad.

Quadros y col., (2020, p. 17) destacan la proxémica como la relación entre los individuos y el objeto de conocimiento, al tratar el concepto de multimodalidad. Las autoras ejemplifican este tipo de comunicación con la forma en que el profesor se posiciona en el aula y organiza los objetos utilizados en la enseñanza. Asocian la multimodalidad con la necesidad de diferentes formas de representación y comunicación para una comprensión más amplia.

Existe, por tanto, un código comunicativo que se establece en el aula, sobre el cual se va enseñando el lenguaje científico. Sin duda, el uso de ese lenguaje aprendido tendrá diferentes matices en relación con la forma en que los químicos lo emplean. El lenguaje científico escolar es complejo y está mezclado con el lenguaje cotidiano de los estudiantes y docentes (Mortimer y Scott, 2002; Sepúlveda y col., 2011). Después de todo, este lenguaje es producto de la combinación del contexto y de los modos de vida, en sus aspectos individuales y culturales.

Al considerar la manera en que diferentes culturas e individuos experimentan el espacio, resulta evidente que estas percepciones pueden variar significativamente. Esto tiene profundas implicaciones en la forma en que entendemos la comunicación, la cultura e incluso la educación (Araújo, 2019). En el contexto de la enseñanza de la química, la proxémica puede constituir una dimensión valiosa, especialmente para estudiantes con discapacidad visual. Al crear ambientes de aprendizaje basados en la comprensión del espacio físico y en la adaptación de estrategias de comunicación no verbal, los educadores pueden hacer que los conceptos químicos sean más accesibles y tangibles.

Así, al interactuar entre sí y con los objetos de aprendizaje, los estudiantes mejoran su lenguaje químico, mientras interiorizan patrones y criterios que son fundamentales para la práctica científica. A partir del uso del lenguaje químico, los alumnos aprenden el discurso propio de esta ciencia.

5.3 Juegos de lenguaje ausentes en la enseñanza de la Química

A partir del análisis de los datos, fue posible plantear la hipótesis de que los estudiantes con discapacidad visual juegan un juego de lenguaje distinto al que usualmente estructura la enseñanza de la Química. Este juego, al diferenciarse, opera como un instrumento revelador de las estructuras implícitas en la enseñanza misma de la disciplina. La tesis identificó que conceptos como lenguaje proxémico, mereología, affordance, transdición y abducción son fundamentales para comprender las dinámicas implicadas en la apropiación del lenguaje químico por parte de estos estudiantes.

La mereología permite observar cómo la relación parte-todo de los modelos y conceptos químicos se reconstruye en la experiencia táctil y sensorial; las affordances evidencian las invitaciones a la acción que ofrecen los materiales y los entornos; la transdición explicita los movimientos interpretativos entre lo sensible y lo abstracto; y la abducción señala los procesos inferenciales que los estudiantes realizan al construir significados. En este sentido, al jugar un “otro” juego de lenguaje, los estudiantes con discapacidad visual tensionan y expanden las formas

tradicionales de enseñar y aprender química, apuntando hacia prácticas más inclusivas, dialógicas y sensibles desde el punto de vista epistémico.

A pesar de la relevancia de los conceptos de lenguaje proxémico, mereología, affordance, transición y abducción para la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje en Química, especialmente en contextos inclusivos, se observa que estos aportes aún son poco explorados en las investigaciones del área. Estos conceptos ofrecen herramientas potentes para revelar capas profundas en la construcción del conocimiento químico, en la mediación didáctica y en las interacciones comunicativas en el aula, particularmente en lo que respecta a estudiantes con discapacidad visual. Sin embargo, permanecen, en gran medida, ausentes de los debates consolidados en el campo de la enseñanza de la Química.

Una búsqueda en el Portal de Periódicos de CAPES, utilizando operadores booleanos para combinar los términos con "enseñanza de Química", arrojó solo tres trabajos que dialogan directamente con estos conceptos. El primero, de Reis y Kavalek (2023), aborda la noción de mereología en una discusión sobre la constitución de las partes y del todo en la construcción de modelos químicos. El segundo, de Farsani y Rodrigues (2021), explora el lenguaje proxémico en el contexto del aula y sus implicaciones para la comunicación entre profesor y alumno. El tercero, de Aizawa, Botelho, Quadros y Giordan (2024), trata el concepto de affordance en el diseño de materiales didácticos orientados a la enseñanza de ciencias.

La escasez de estos estudios revela una laguna significativa y señala la necesidad de ampliar los horizontes teórico-metodológicos de las investigaciones en enseñanza de la Química, incorporando aportes que permitan comprender con mayor profundidad los procesos de apropiación del lenguaje científico, especialmente en contextos de diversidad e inclusión.

5.4. Una síntesis de las principales ideas compartidas

En este apartado, comparto una síntesis de las ideas construidas a lo largo de esta investigación, en el intento de responder al problema de investigación. Estas ideas se presentan sin retomar los marcos teóricos ya discutidos, con el fin de articular coherentemente el pensamiento y consolidar la tesis defendida.

Al comprender la química como un lenguaje complejo, constituido por símbolos, significados e interacciones, esta tesis recurre a la filosofía de la química para analizar las posibilidades de aprendizaje de esta ciencia por parte de personas con discapacidad visual. Como ciencia y como objeto de enseñanza, la química requiere un análisis de sus fundamentos, sus lenguajes, sus modelos y las formas en que sus conceptos son apropiados en el proceso educativo.

De esta manera, la química se establece en el centro de la investigación, tanto como conjunto de contenidos como campo de saber sustentado por cuestiones epistémicas centrales.

Este enfoque resalta el lenguaje químico como una práctica situada en contextos sociales y educativos dinámicos, configurándose como juegos de lenguaje, teoría adoptada en esta GT y a la cual se anclan otros conceptos. Aprender química, por tanto, es aprender sus juegos de lenguaje —lo cual solo es posible utilizando el lenguaje del juego. Como en todo juego, hay reglas que orientan acciones y discursos, de modo que, aunque estas reglas sean construidas social e históricamente, un determinado juego aún preserva su identidad. Es decir, la dinámica de la química, con sus construcciones sociales, no la transforma al punto de que deje de ser química.

Entre estas reglas, destacamos algunas que caracterizan a la química y que se articulan en la constitución de sus juegos de lenguaje: los conceptos de *affordance*, mereología, transdición, abducción y proxémica. Estos conceptos adquieren especial relevancia cuando se considera su aprendizaje por parte de estudiantes con discapacidad visual, cuya apropiación del lenguaje químico ocurre mediante la interacción con modelos sensoriales, la mediación comunicativa y la construcción de significados a partir de la experiencia táctil.

Esto implica comprender que aprender química va más allá de memorizar definiciones: exige la apropiación de discursos, símbolos, reglas y representaciones que permiten la participación activa de los estudiantes en ese juego. Al reconocer que los significados químicos emergen del uso situado del lenguaje en las prácticas científicas y educativas, se comprende que la enseñanza de la química se vuelve más fructífera cuando promueve espacios interactivos y dialógicos.

En este proceso, se hacen evidentes los fundamentos cognitivos e interaccionales del conocimiento químico: la organización entre partes y todo (*mereología*), las posibilidades de interacción sensorial con el entorno (*affordance*), las relaciones espaciales del cuerpo con los objetos del conocimiento (*proxémica*), los tránsitos entre niveles y representaciones (*transdición*) y las inferencias creativas a partir de datos parciales (*abducción*). Tales elementos son esenciales para la construcción de sentidos en la química, especialmente cuando es necesario ampliar o resignificar la experiencia sensorial para garantizar la accesibilidad.

La Figura 7 presenta una síntesis de las ideas discutidas, posicionando en el centro la teoría de los juegos de lenguaje, que representa el campo de la química, donde las palabras adquieren significados específicos para esta ciencia. Alrededor, se encuentran dispuestos los conceptos filosóficos que sustentan los principios involucrados en el proceso de apropiación del lenguaje químico por parte de estudiantes con discapacidad visual. Las flechas indican las interacciones comunicativas y dialógicas entre los conceptos, reflejando también la comunicación

Figura 2. Hp3. Elementos centrales de esta investigación (Capítulo 2).



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 7, construida a partir de los análisis finales, refleja una síntesis más refinada de la investigación, incorporando los conceptos filosóficos que sustentan el proceso de apropiación del lenguaje químico por parte de los estudiantes con discapacidad visual. En el centro, se encuentra la teoría de los juegos de lenguaje, ahora como base teórica estructurante para comprender el lenguaje químico en el contexto de la inclusión. Alrededor, emergen los conceptos de affordance, mereología, transdición y abducción, que fundamentan este proceso. Las flechas representan las interacciones dialógicas entre los conceptos, así como la comunicación proxémica, que se manifiesta en todas las interacciones y refuerza la dimensión comunicativa y sensorial de este proceso.

De este modo, la transición de la Figura 2 a la Figura 7 refleja un avance en la comprensión de las relaciones que estructuran la apropiación del lenguaje químico. Mientras que la Figura 2 presenta una visión más general y conceptual, destacando a los actores y sus roles, la Figura 7 profundiza las conexiones teóricas, evidenciando los conceptos filosóficos que sustentan este proceso y enfatizando la importancia de la comunicación y la interacción en el desarrollo de la comprensión del lenguaje químico por parte de los estudiantes con discapacidad visual.

Estos conceptos filosóficos de algún modo están presentes en la vida cotidiana de los estudiantes con discapacidad visual y se conectan directamente al razonamiento químico, convirtiéndose en herramientas poderosas para la construcción del lenguaje químico. De esta forma, a diferencia de la visión tradicional que asocia la Química predominantemente a la percepción visual, se evidencia que esta ciencia puede ser accesible a través de diferentes formas sensoriales, ampliando las posibilidades de aprendizaje.

En este escenario, el aprendizaje de la Química, especialmente para los estudiantes con discapacidad visual, debe ser dinámico e interactivo, permitiendo la participación activa en la construcción de significados y la internalización de los procesos mediante descripciones verbales, metáforas sensoriales y modelos físicos, sin depender de la vista. El uso de materiales concretos, como modelos de bolas y varillas, facilita la "visualización" de conceptos y proporciona a los estudiantes una experiencia táctil y manipulativa, enriqueciendo la elaboración de significados.

Un enfoque que valore el diálogo, el uso de múltiples formas de lenguaje y la diversidad sensorial de los estudiantes posibilita la superación de las barreras impuestas por la falta de accesibilidad visual, enriqueciendo el proceso de aprendizaje para todos. Desde esta perspectiva, la Química no se restringe a la experiencia visual, sino que se construye a través de interacciones, inferencias y mediaciones, permitiendo múltiples formas de aprendizaje.

Por lo tanto, el significado del lenguaje químico emerge de las prácticas y contextos en los que se utiliza, ampliando las posibilidades de enseñanza y favoreciendo enfoques que exploran diferentes modalidades sensoriales y cognitivas. Así, más que adaptar la Química para estudiantes con discapacidad visual, este enfoque revela su potencial inclusivo, promoviendo un aprendizaje enriquecedor para todos.

Otro aspecto que merece ser destacado está relacionado con el conocimiento explícito y el conocimiento tácito tratados por Polanyi (Melo y col., 2019). Según los autores, mientras que el primero puede ser codificado, formalizado y transmitido a través de símbolos y lenguajes convencionales, el segundo se refiere a saberes incorporados, aprendidos en la práctica, mediante la convivencia y la observación. En el contexto del lenguaje químico, esto significa reconocer que el aprendizaje no se da solo mediante la exposición a contenidos formales, sino también a través del compromiso corporal, las interacciones materiales y la construcción de una percepción compartida con la comunidad científica.

Esta distinción entre lo que se puede decir y lo que solo se puede mostrar o vivir resalta la importancia de las prácticas pedagógicas que valoren la dimensión intersubjetiva y experiencial del conocimiento químico, especialmente en contextos inclusivos, donde la diversidad de modos

de percibir y significar el mundo se convierte en un recurso para la construcción colectiva del conocimiento. Como observa Melo y col. (2019), al comentar el pensamiento de Polanyi, "no todo lo que sabemos, sabemos decir" (p.37), lo que evidencia que una parte significativa del conocimiento científico permanece implícita, incorporada a los gestos, la práctica y la convivencia con los modos de hacer propios de la ciencia.

A menudo, una investigación nos lleva por caminos que sobrepasan la pregunta inicial. Al sumergirnos en las experiencias y lecturas, somos atravesados por inquietudes que no estaban previstas, pero que amplían el horizonte de lo que estamos tratando de comprender. Investigar, en este sentido, es más que responder a una cuestión delimitada; es permitirse acompañar los movimientos del pensamiento a medida que se transforma. En este proceso, me encontré con otras posibilidades de mirar la Química, otras facetas de esta ciencia que revelan su presencia viva y plural, desde los gestos más simples hasta las formas en que nos relacionamos con el mundo material y simbólico, tal como se expone en el siguiente tópico.

5.5 Otras caras y lentes de la química

Muchas veces, una investigación nos conduce por caminos que van más allá de la pregunta inicial. Al sumergirnos en experiencias y lecturas, nos atraviesan inquietudes que no estaban previstas, pero que amplían el horizonte de aquello que intentamos comprender. Investigar, en este sentido, es más que responder a una cuestión delimitada; es permitirse acompañar los movimientos del pensamiento a medida que se transforma. En este proceso, me encontré con otras posibilidades de mirar la Química — otras caras de esta ciencia que revelan su presencia viva y plural, desde los gestos más simples hasta las formas en que nos relacionamos con el mundo material y simbólico.

Con ello, para finalizar este capítulo, retomo una pregunta formulada al inicio de la investigación. Basándome en la idea de que la química presenta algunas caras — la técnica, la artesanía y la magia (De Vos, 2003) — me vi llevada a preguntar: ¿qué otras caras podría tener esta ciencia envuelta en misterios desde su origen? A esta reflexión, añado la química como lenguaje. Aunque no se trate exactamente de una nueva cara, el lenguaje es lo que posibilita la existencia de estas y de otras caras que aún puedan ser identificadas.

Thalos (2012) reflexiona sobre la autonomía de la química, una ciencia que no puede reducirse a la física, ya que fenómenos como los isómeros — cuya composición es idéntica pero

cuyas propiedades difieren — apuntan a una organización propia de la materia a nivel molecular, que escapa a las explicaciones puramente físicas. La reflexión filosófica propuesta por Thalos resuena con las inquietudes que recorren este texto, en el que la investigación se presenta como un movimiento de apertura hacia múltiples formas de ver esta ciencia. Del mismo modo, al considerar la química como técnica, artesanía y magia (De Vos, 2003), la mirada se desvía de la lógica estricta de la previsibilidad para contemplar su dimensión sensible, cotidiana y simbólica.

La imagen de la química que emerge es, por tanto, la de una ciencia multifacética, que se construye más allá de las leyes universales, también mediante experiencias, combinaciones inesperadas y relaciones con el mundo que desafían los límites de lo que se puede anticipar racionalmente. Con base en estas características de la química, me atrevo a reconocer algunas otras de sus caras.

5.5.1 La Cara Hermenéutica

Destaca la Química como un campo de interpretación, traducción y construcción de sentidos, especialmente al tratar con sus lenguajes (símbolos, modelos, representaciones). Dialoga bien con los conceptos de abducción, transdición y juegos de lenguaje. Sousa y Galiazzi (2024) proponen una filosofía de la educación química desde una perspectiva hermenéutica, inspirada en la tradición fenomenológica y en el pensamiento de Hans-Georg Gadamer, abriendo caminos para repensar la propia naturaleza del conocimiento químico y sus formas de enseñanza.

Desde esta perspectiva, la filosofía de la educación química hermenéutica, al reconocer el papel del lenguaje en la constitución del saber, ofrece las bases para sostener esta apertura epistémica y pedagógica. Así, comprender la química es también entrar en relación con sus modos propios de organización, con su historicidad y con las experiencias humanas que le dan forma y sentido, es decir, con sus propios juegos de lenguaje. De esta forma, enseñar química se convierte en un acto interpretativo, que exige escucha, diálogo y disposición para la reinvención.

5.5.2 La Cara Dialógica

Comprender la química como lenguaje, campo de mediaciones donde el conocimiento se construye colectivamente entre sujetos, materiales y símbolos, pone de relieve su cara dialógica. Desde esta perspectiva, el lenguaje químico se constituye como un conjunto de prácticas discursivas y representacionales que cobran sentido en el uso, tal como propone Wittgenstein (1999). El significado, por tanto, emerge de la acción situada, en la interrelación entre lenguaje, mundo y acción.

A partir de Habermas (1981), puede entenderse el proceso educativo como una acción comunicativa, en la cual los sujetos negocian significados mediante el lenguaje, buscando el

entendimiento mutuo en una relación simétrica y dialógica. Este proceso puede ilustrarse con el movimiento de constitución de la AJECE. Fue en la búsqueda del diálogo que la existencia de esta institución se hizo posible.

Esta cara de la química también puede interpretarse desde el enfoque histórico-cultural de Vygotsky (2009), según el cual la apropiación del lenguaje científico es inseparable de las mediaciones culturales y sociales que configuran el desarrollo del pensamiento. Así, enseñar química es, antes que nada, permitir a los estudiantes el ingreso a un universo simbólico específico, ampliando sus formas de expresión, comprensión e intervención en el mundo como práctica dialógica.

5.5.3 La Cara Ontogenética

Esta quizás sea la más audaz. Se refiere al proceso de constitución del conocimiento químico y de los propios sujetos que se apropian del lenguaje químico — cómo se desarrolla ese conocimiento. Une mereología y transdición al reconocer que los elementos del saber químico (tácito, corporal, lingüístico, material) solo tienen sentido en conjunto (mereología) y, al describir cómo el sujeto transita entre estos elementos para apropiarse del conocimiento químico (transdición).

En términos de Wittgenstein (1999), el lenguaje de la ciencia — incluido el lenguaje químico — debe entenderse como un juego de lenguaje, cuyas reglas están determinadas por su uso en contextos específicos de vida. Esta mirada al uso cotidiano del lenguaje incluye gestos, expresiones y modos de actuar que constituyen la vida social de la ciencia. Sin embargo, Polanyi (Mello y col., 2019) amplía esta perspectiva al destacar que una parte fundamental del conocimiento científico es tácita, es decir, no puede ser completamente expresada mediante el lenguaje — ni siquiera en sus juegos más sofisticados. Nos recuerda que el saber del químico implica habilidades corporales, intuiciones desarrolladas con la experiencia y un compromiso personal con aquello que se investiga.

Mientras Wittgenstein nos invita a observar cómo se construyen los significados en el uso, Polanyi (Melo y col., 2029) insiste en que hay un tipo de saber que solo puede adquirirse por inmersión en la práctica, por la convivencia con maestros y por la internalización de patrones no verbalizables — aspectos muchas veces invisibles en los juegos de lenguaje, pero esenciales para que dichos juegos tengan sentido.

Ante esto, se vuelve evidente la importancia de investigaciones que aborden la apropiación del lenguaje químico no solo como un fenómeno discursivo, sino también como un proceso sensible. Así, estudios que consideren el papel del cuerpo, la materialidad de los modelos, las interacciones táctiles y las relaciones de confianza entre aprendices y sus interlocutores pueden

revelar dimensiones ocultas del aprender y enseñar química, especialmente en el contexto de la inclusión.

Al articular a Wittgenstein y Polanyi, se abre espacio para investigaciones que exploren cómo los estudiantes, particularmente aquellos con discapacidad visual, acceden, interpretan y se apropian del lenguaje químico mediante juegos de lenguaje mediados por prácticas sensoriales y conocimientos tácitos. Estas investigaciones son fundamentales para ampliar los horizontes epistemológicos de la enseñanza de las ciencias, reconociendo que el lenguaje científico no es solo un código por descifrar, sino una forma de vida que debe ser compartida.

Cuando hablamos del lenguaje químico como juego de lenguaje (Wittgenstein) y del conocimiento tácito (Polanyi), nos referimos justamente a modos de internalización y apropiación de ese saber que no se limitan a la simple exposición a contenidos formales. La ontogénesis del conocimiento químico implica, por tanto, el modo en que el sujeto se inserta en las prácticas de la química, cómo aprende a “*ver*”, *hablar*, *sentir*, *confiar* y *actuar* como químico. Esto incluye el compromiso corporal con materiales (*affordances*), la percepción sensible de los fenómenos, el uso de modelos, así como el desarrollo de una “percepción química” que no puede ser plenamente enseñada mediante reglas explícitas — exactamente lo que Polanyi llama saber tácito (Melo et al.)

De este modo, articular estas referencias nos revela una cara ontogenética de la química, que permite valorar las trayectorias singulares de aprendizaje y reconocer que la enseñanza de la química no es solo transmisión de contenidos, sino formación de modos de percibir el mundo a través del lenguaje científico.

CONSIDERACIONES FINALES

La investigación sobre la apropiación del lenguaje químico por parte de estudiantes con discapacidad visual reveló que la enseñanza de esta ciencia, para ser verdaderamente inclusiva, debe ir más allá de las representaciones visuales convencionales. Inspirándonos en la Teoría de los Juegos de Lenguaje de Wittgenstein, comprendemos que el lenguaje químico no es un código fijo de signos, sino un conjunto de prácticas discursivas e interactivas mediadas por experiencias sensoriales y sociales. Así, para los estudiantes con discapacidad visual, el aprendizaje del lenguaje químico ocurre en el contexto de diversas experiencias sensoriales, donde los significados emergen del uso y de la interacción con materiales adaptados, docentes y compañeros.

La Química ha sido tradicionalmente concebida como una ciencia visual, anclada en representaciones gráficas, modelos y simbologías que privilegian la visión como el principal canal de aprendizaje. Sin embargo, esta perspectiva reduce la ciencia a un sesgo perceptivo específico, desconsiderando su carácter esencialmente lingüístico. Este estudio propone que la Química no es una ciencia visual, sino una ciencia del lenguaje—un sistema simbólico de significados que surge de las interacciones comunicativas y de la práctica social.

De esta manera, la enseñanza de la química para personas con discapacidad visual no debe pensarse como un proceso de adaptación de recursos pensados para personas videntes; por el contrario, es necesario rediseñar la enseñanza de la química a partir de principios epistemológicos que reconozcan la construcción del conocimiento como un proceso interactivo y mediado sensorialmente. La diferencia no debe ser vista como un obstáculo a superar, sino como una oportunidad para expandir y enriquecer el propio concepto de enseñanza de la química, respetando la diversidad cognitiva y sensorial de los aprendices, y reconociendo que la comprensión de la ciencia se da por múltiples vías.

Esta tesis también representó un aprendizaje metodológico para esta investigadora. La elección por la Teoría Fundamentada en los Datos (TFD) permitió que la investigación emergiera de las prácticas y experiencias vividas, posibilitando un análisis más fiel a la realidad de los estudiantes con discapacidad visual. Sin embargo, esta elección también trajo desafíos, especialmente la necesidad de lidiar con la incertidumbre y permitir que las categorías analíticas surgieran del propio proceso investigativo. La TFD exigió paciencia, reflexión y flexibilidad, enfrentando incluso un contexto de pandemia. Pero, al final, se consolidó como un enfoque con potencial para abordar la complejidad de la enseñanza inclusiva de la química.

Construir esta tesis fue un proceso de aprendizaje, en ocasiones arduo, en otras placentero, pero, sobre todo, transformador. El texto que aquí presento refleja este recorrido, a lo largo del

cual aprendí a mirar el mundo y a las personas de otras maneras. Si pudiera retomar la escritura de la tesis, posiblemente la desarrollaría de manera diferente, con otros interrogantes y estrategias, ya que la investigadora que la concluye no es la misma que la inició hace cinco años. Esta transformación se produjo a partir de la construcción de nuevas lentes, elaboradas con los aportes de mis directores, interlocutores y de los evaluadores que se detuvieron en la lectura de este trabajo.

Por lo tanto, para finalizar, sugiero algunas posibilidades de investigación, basadas en dudas y dilemas vividos a lo largo del estudio. Estas evidencian la necesidad de ampliar los diálogos teóricos y metodológicos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, considerando las múltiples dimensiones involucradas en la construcción de ese conocimiento. Espero que esta tesis pueda contribuir a profundizar estas discusiones, incentivando nuevas investigaciones sobre enfoques, materiales y estrategias que promuevan una formación científica accesible para todos los estudiantes.

1. Concepción de las personas con discapacidad visual

- Cómo estas concepciones se evidencian en las investigaciones en la enseñanza de la química
- Estrategias para la construcción de una concepción más humana sobre la persona con discapacidad visual en la enseñanza de la química.

2. Desarrollo y Evaluación de Materiales Didácticos Accesibles

- Utilización de modelos táctiles para representar procesos químicos.
- Uso de tecnologías asistivas, como recursos con audiodescripción e impresión 3D.
- Estudio sobre la eficacia de representaciones hápticas en el aprendizaje de la química.

3. Enfoques Epistemológicos en la Enseñanza de la Química para Personas con Discapacidad Visual

- Investigación sobre la Química como una ciencia no estrictamente visual.
- Comparación entre diferentes formas de mediación sensorial en el aprendizaje de conceptos químicos.
- Relación entre mereología y la construcción del pensamiento químico por parte de estudiantes ciegos.

4. Juegos de Lenguaje y Enseñanza de la Química

- Aplicación de la Teoría de los Juegos de Lenguaje en la enseñanza inclusiva.
- Estrategias didácticas basadas en la interacción dialógica para la apropiación del lenguaje químico.
- Análisis de las affordances en materiales didácticos químicos accesibles.

5. Formación Docente para la Enseñanza Inclusiva de la Química

- Estudios sobre la percepción y preparación del profesorado para trabajar con estudiantes ciegos.
- Estrategias para la enseñanza de representaciones químicas sin recurrir exclusivamente a la visión.
- Desarrollo de directrices pedagógicas para una enseñanza de la química accesible.

6. Procesos Cognitivos y Comunicación en la Enseñanza de la Química

- Investigación sobre los procesos de inferencia y abducción en el aprendizaje químico de estudiantes ciegos.
- Papel de la proxémica en la interacción entre docentes, estudiantes y materiales didácticos.
- Relación entre la transición entre niveles de representación química y el aprendizaje mediado por modelos sensoriales.

7. Inclusión y Accesibilidad en la Educación Superior en Química

- Experiencias de estudiantes con discapacidad visual en carreras universitarias de química.
- Barreras y soluciones para la accesibilidad en laboratorios de enseñanza.
- Políticas institucionales para la inclusión de estudiantes ciegos en el área de las ciencias exactas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aizawa, A.; Botelho, M.L.S.T.; Quadros, A.L.; Giordan, M. (2024). a corporificação de entes químicos em performances multimodais em aulas de ciências. EDUR • Educ. em Revista: 1-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-469845309>
- Alexandre, R; CordoviL, R. (2007). Percepções de affordances e desenvolvimento perceptivo de crianças cegas. Desenvolvimento Motor da Crianças. Universidade Tecnica de Lisboa:167-172.
- Almeida, C. C.; Cardoso, A. L. (2023). Acessibilidade em materiais didáticos digitais para estudantes com deficiência visual. UFRB, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade. Feira de Santana, Bahia: 5-29.
- Alves, F. I. M. (2018). Ensino de química para alunos com deficiência visual: subsídios teóricos e práticos. Dissertação de mestrado. UEM, Maringá – PR., Brasil: 10-88.
- Amiralian, M. L. T. M. (2004) Sou cego ou enxergo? As questões da baixa visão. Editora UFPR Educar, Curitiba, n. 23, p. 15-28.
- Amiralian, M. L. T. M. (org.). (2009). Comunicação e participação ativa: a inclusão de pessoas com deficiência visual. Deficiência Visual: perspectivas na contemporaneidade. 1ª ed. São Paulo: Vetor. p.20-37.
- Aragão, A. S. (2012). Ensino de química para alunos cegos: desafios no ensino médio. Dissertação de mestrado. UFSCAR, São Carlos, SP. p. 8-102.
- Araújo, A. M. (2019) A proxêmica linguístico-discursiva na coconstrução de sentidos no ensino de português brasileiro como língua adicional. Dissertação, Programa de pós-graduação em linguística – PPG, Universidade de Brasília, Brasília, p. 11-123.
- Atkins, P.; Jones, L. (2001). Princípios de Química: questionando a vida e o meio ambiente. Trad. Caracelli, I. y col. (Bookman) Porto Alegre.
- Azevedo, H. L; Camargo, E. P. (2016). Qual a razão da inclusão? Uma discussão dos fundamentos de práticas inclusivas à luz da ação comunicativa. Ensino de Ciências e Inclusão Escolar: investigações sobre o ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos. (Editora CRV)1ª edição. Curitiba.
- Azevedo, P. V. G. (2020). Inclusão de alunos com deficiência visual nas aulas de química: estudo de caso acerca da concepção docente. Dissertação de mestrado. UEPB, campina Grande. p. 14-98.

Bachelard, G. (2008) O novo espírito científico. Trad. Ribeiro, A.J.P. Edições 70, Portugal, (171p.)

Barreto, U. R.; Silva, L. B.; Bejarano, R. R.; Ribeiro, M. A. P. (2016). Uma agenda de problemas sobre a linguagem química discutidos pela filosofia da química para o ensino de química. XVIII ENEQ, Florianópolis, SC, Brasil. p.1-11.

Bardin, L. (2011). Análise de Conteúdo. 1ª ed. (Edições 70), São Paulo.

Barros, A.P.M. (2018). Recursos didáticos para o ensino de geometria molecular à alunos cegos em classes inclusivas. Dissertação de mestrado. UEPB, Campina Grande, PB. p. 13-104.

Bianchi, J.C.A.; Albrecht, C.H.; Maia, D.J. (2005). Universo da Química, Coleção delta, (FTD), São Paulo.

Bill, L.B. (2017). Educação das pessoas com deficiência visual: uma forma de enxergar. 1ª edição. Appris Editora, Curitiba. 2017. 23-157.

Bonfim, C.S. (2020). Ideias de universitários cegos sobre a natureza da ciência. Dissertação de Mestrado -UFBA/FACED/UEFS, Bahia, Brasil. (144p.)

Brasil, MEC (2000). Parâmetros curriculares nacionais – ensino médio. MEC, Brasil. [Parâmetros Curriculares Nacionais](#)

Brasil (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Senado Federal. p. 1-70.

Brasil (1996). BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 03 jul. 2023.

Brasil (2008). Portaria Nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html

Brasil (2011). Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, Grafia Química Braille para Uso no Brasil. BrasiL. SECADI., Brasília, DF.

Brasil [Estatuto da pessoa com deficiência (2015)]. Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência [recurso eletrônico]: Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, que institui a Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (Estatuto da pessoa com deficiência) / Câmara dos Deputados. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. – (Série legislação; n. 200)

- Brito, L.G.F (2006). A tabela periódica – um recurso para a inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de química. Dissertação de mestrado. Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, RN.
- Bulcão, M. (2009). O racionalismo da ciência contemporânea: introdução ao pensamento de Gaston Bachelard – Ed. ver. e ampl. – Ideias e Letras, Aparecida, (231 p.)
- Campos, C.J.G. (2004) Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. Rev. Brasileira de enfermagem. Brasília (DF) set/out; 57 (5): 611-614.
- Cassiani, S. DE B.; Caliri, M.H.L.; Pelá, N.T.R. (1996). A teoria fundamentada nos dados como objeto de pesquisa interpretativa. Rev. Latino-am. de enfermagem, v. 4, n.3, Ribeirão Preto, SP. p. 75-88.
- Cerqueira, S.S.; Ferreira, B. (2012). Articulação entre uma proposta curricular alternativa e o cotidiano escolar: Conflitos temporais. III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, Acesso em: 15/12/2022. La Plata, Argentina. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3653/ev.3653.pdf
- Cerqueira, S.S.; Calheira, M. (2017) Quando o invisível salta aos olhos! Anais da Vila da Ciência – UESB, Jequié Bahia. p. 205-210
- Chamizo, J. (2006). Los modelos de la química, Educ. quím., 17(4), 476-482, 2006.
- Charmaz, K. (2009.) A construção da Teoria Fundamentada. Disponível em Vital Source Bookshelf, Grupo A. 2017
- Ciscato, C.A.; Pereira, L.F.; Chemelo, E. (2015) Química Geral, volume 1, 1ª ed., Moderna, São Paulo.
- Comitê Paralímpico Brasileiro. Modalidades: Goalball. Acesso em 20/05/2023. Disponível em: www.cpb.org.br/goalball/
- Contarato, T.S.R. (2022). Mereologia, a composição do mundo – reflexões filosóficas sobre as partes que compõem os objetos. Atena. Ponta Grossa – Paraná. 3-98.
- Contarato, T.S.R. (2014). Mereologia e metafísica em Tomás de Aquino. Dissertação de mestrado. PPGLM/UFRJ. p. 10- 135
- Costa, E.L. (2016). A formação de conceitos científicos para sujeitos com deficiência visual: sequência Fedathi como aporte metodológico no ensino de química. Dissertação de mestrado. UFC, Fortaleza, CE. p. 9-66.

- Creppe, C.H. (2009). Ensino de Química orgânica para deficientes visuais empregando modelo molecular. Dissertação de mestrado. UNIGRANRIO, Duque de Caxias, Rio de Janeiro. p. 16-123.
- Sousa, M.G.D.S.; Cabral, C. L.O. (2015). A narrativa como opção metodológica de pesquisa e formação de professores. Horizontes, 33(2). <https://doi.org/10.24933/horizontes.v33i2.149>
- Del Re, G. (2000). “Models and Analogies in Science”, HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry 6, p. 5-15.
- Del Sacramento, J.S. (2021). Educação em ciências e deficiência visual: estratégias de um ensino inclusivo para superação de barreiras em sala de aula. Dissertação de mestrado. UFPel. Pelotas, RG. p. 15-157.
- Derossi, I.; Freitas-Reis, I. (2014). O Ensino de Ciências por Marie Curie: Análise da Metodologia Empregada em sua Primeira Aula na Cooperativa de Ensino. Quím. Nova na Escola. Vol. 36, Nº 2, p. 88-92, São Paulo, SP (p.88-92).
- Derossi, I.; Freitas-Reis, I. (2018). Justus von Liebig (1803-1873): vida e ensino no laboratório de química. Educ. quím vol.29 no.1 Ciudad de México. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63700>
- De Vos, W; Astrid, M. W., Pilot, B. A. (2003). Chemistry Curricula for General Education: Analysis and Elements of a Design. In: Jan H. Van Driel. Chemical Education: Towards Research-Based Practice. Kluwer Academic Publishers.
- Domingues, L.F. (2022). Significados em Ensino de Química: uma perspectiva wittgensteiniana. Mestrado em Ensino e Processos Formativos. UNESP São José do Rio Pret. Biblioteca Depositária: Ibilce/Unesp. 118p.
- Duarte, A.C. (2004). Educar e aprender na diversidade: um caminho para a inclusão. UFBA – FAGED. Programa de Pós-Graduação, Doutorado em Educação. Salvador, Bahia. 24-259.
- (B) Duarte, C.C.C. (2019). Ensino de química para pessoas com deficiência visual: mapeamento e investigação de produções e aplicações no Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. p. 21-119.
- (C) Duarte, S.V. (2021). Inclusão de estudantes cegos e de baixa visão: discussões em espaços de formação de professores de química. Dissertação de mestrado. UFPel, RS, Brasil. p.10-78.
- Farsani, D.; Rodrigues, J. (2021). Proxêmica e comunicação não verbal na interação em sala de aula. Psicologia Escolar e Educacional. V. 25, p. 1-9.
- Fernandes, T.C. (2014). Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação e dos programas computacionais para um ensino mais inclusivo. Dissertação de mestrado. UTFPR. Curitiba, PR. p.11-85.

Field's, K.A.P. (2014). Saberes profissionais para o exercício da docência em química voltada à educação inclusiva. Tese de doutorado. UFG, Goiânia, GO. p. 15-182.

Foques, F.F. (2020). Inclusão de alunos com deficiência visual e atividades experimentais multissensoriais: perspectivas e percepções de discentes de licenciatura em química. Dissertação de mestrado. UTFPR, Curitiba, PR. p. 15-94.

Gadotti, M. (2005) A questão da educação formal/não-formal. Seminário Direito à educação: solução para todos os problemas ou problema sem solução? Institut International Des Droits De L'enfant (Ide), Suíça.

Gibson, J.J. (1977). The theory of affordances. In: The Ecological Approach to Visual Perception. <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj7sCbyKWMAXUPIrKGHWNvNu0QFnoECBYQAQ&url=https%3A%2F%2Fcs.brown.edu%2Fcourses%2Fcs137%2F2017%2Freadings%2FGibson-AFF.pdf&usg=AOvVaw1SRwx5KsV5kDgcKHodR7nZ&opi=89978449>

Glaser, G.B; Strauss, A.L. (2006). The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. (Reprint ed.). AldineTransaction. (Original work published 1967). New Brunswick, NJ. 1-265. Disponível em: http://www.sxf.uevora.pt/wp-content/uploads/2013/03/Glaser_1967.pdf

Gois, J; Giordan, M. (2007). Semiótica na química: a teoria dos signos de Pierce para compreender a representação. Química Nova na Escola. n. 7, dez. p. 34-42.

Gois, J. (2012). A significação de representações químicas e a filosofia de Wittgenstein. Tese de doutorado, Programa de Educação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.

Gois, J. (2017). Filosofia do ensino de ciências: significação e representações químicas. Editora Ujuí, Ijuí. 17-235.

Gomes, A.B. (2019). Professores de química no processo ensino-aprendizagem de estudantes com deficiência visual: formação e prática. Dissertação de mestrado. UEPB, Campina Grande, PB. P. 14-88.

Gonzalez, M.E.Q., Haselager, W.F.G. (2002). Raciocínio abdução, criatividade e auto-organização. Cognitio, São Paulo, nº 3, nov. 2002, p. 22-31

Governo do Brasil. (s.d.). *O sistema Braille*. Recuperado em 23/03/2024. <https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/materiais-especializados-1/livros-em-braille-1/o-sistema-braille>

- Gotti, A. (2019). Inclusão na Educação: quais os desafios para realmente atender pessoas com deficiência. Nova Escola, 03/09/2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18275/inclusao-na-educacao-quais-os-desafios-para-realmente-atender-pessoas-com-deficiencia>
- Gregório, A.P.H.; Ramos, E.S.; Laburú, C.E. (2019). Affordances: Pressupostos teóricos para o ensino de ciências. XII ENPEC. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 1-7.
- Gutierrez, G.L.; Almeida, M.A.B. (2013). Teoria da ação comunicativa (Habermas): estrutura, fundamentos e implicações do modelo. Veritas, v. 58, nº1. 151-173.
- Habermas, J. (2022). A inclusão do outro: estudos de teoria política. Edições Loyola, São Paulo. 147-166.
- Hall, Edward T y col. (1968). Proxemics. Chicago Journey. Current Anthropology, vol. 9, No. 2/3 (Apr. – Jun), p. 83-108.
- Hans, A.; Hans, E. (2015). Kinesics, Haptics and Proxemics: Aspects of Non -Verbal Communication. IOSR Journal Of Humanities And Social Science. Volume 20, Issue 2, Ver. IV. p.47-52
- Harré, R.; Llored, J-P. (2009). Mereologies as the Grammars of Chemical Discourses. Foundations of Chemistry · April 2011.p. 1-19.
- Huk, M.R. (2009). Os jogos de linguagem e a crítica ao representacionismo. Dissertação. Mestrado em Filosofia. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 4-122.
- IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e estatística. (2012). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: (<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>).
- Jacobucci, D. F. C. (2008) Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. Revista em Extensão, v. 7, p. 55-66.
- Kastrup, V. (2015). O tátil e o háptico na experiência estética: considerações sobre arte e cegueira. Revista Trágica: estudos filosóficos da imanência; 3º quadrimestre, vol 8, nº 3, pp. 69-85.
- Kavalek, D.S.; Ribeiro, M.A.P.; Souza, D.O.G. (2015). Interconexão entre a linguagem diagramática e a discursiva: um indicador da aprendizagem em química. X ENPEC. Águas de Lindóia, SP. p. 1-8.
- Kavalek, D.S. (2016). Átomo, representação e filosofia da química: caminhos para a transição da linguagem diagramática para a discursiva em aulas da educação básica. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- Lazslo, P. (2011). Towards Teaching Chemistry as a Language. *Sci & Educ* DOI 10.1007/s11191-011-9408-6
- Labarca, M. Bejarano, N. Eichler, M. L. (2013). Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. *Quím. Nova*, v.36, n.8 São Paulo.
- Laburu, C.E.; Silva, O.H.M.; Zômpero, A.F. (2017). Affordances dos materiais como indutores de equívocos durante experimentos para o ensino de física. *Ensaio, Pesquisa em Educação em Ciência. Belo Horizonte* | v.19. p. 1-15.
- Lima, B.T.S. (2017). Proposta de química orgânica para alunos com deficiência visual: desenhando prática pedagógica inclusiva. Dissertação de mestrado. UEPB, Campina Grande, PB. p. 16-149.
- Llored, J.P. (2014) Whole-Parts Strategies in Quantum Chemistry: Some Philosophical and Mereological Lessons. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 20, p. 141-163.
- Lopes, A.R.C. (1993). Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, Universidade Autônoma de Barcelona, v. 11, n. 3, p. 324-330.
- Lopes, B.O.S. (2020). Análise da percepção de um grupo de professores de química sobre o trabalho em espaços não formais voltados à divulgação científica na Universidade federal de Viçosa: em foco a inclusão e a acessibilidade de estudantes cegos e com baixa visão. Dissertação de mestrado. UFV. Viçosa, MG. p. 12-57.
- Lourenço, I.M.B. (2003). Ensino de química: proposição e testagem de materiais para cegos. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, USP, Instituto de Física, São Paulo/SP, 72p.
- Mandelbaum, M. (2019). *Philosophy, Science and Sense Perception. Historical and critical studies*. John Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, USA.
- Marques, N.P. (2018). A deficiência visual e a aprendizagem da química: reflexões durante o planejamento e a elaboração de materiais didáticos táteis. Dissertação de mestrado. UFU, Uberlândia, MG. p. 15-81.
- Martins, C. A. (2010). Sobre jogo de linguagem: Habermas e Wittgenstein. *Revista de Filosofia*, Vol. 35 Núm. 2. 91-104.
- Martins, F.S. (2021). Inclusão do estudante com deficiência visual no universo do conhecimento químico: uma proposta para a promoção da educação científica no Ensino Fundamental. Dissertação de mestrado. UFMA. São Luis, MA. p.13-96.

- Melo, E.S. (2013). Ações colaborativas em contexto escolar: desafios e possibilidades do ensino de química para alunos com deficiência visual. Dissertação de mestrado. UFSCAR, São Carlos, SP. p.13-127.
- Melo, A. P.; Santos, L.M.M.; Pollo, T. C.; Bachetti, L.S. (2019). O conhecimento tácito a partir da perspectiva de Michael Polanyi. Arq. bras. psicol. vol.71 no.2 Rio de Janeiro maio/ago. p. 34-50 <https://doi.org/10.36482/1809-5267.ARB2019v71i2p.34-50>
- Minhoto, A.C.B. (2012). Refletindo sobre inclusão social: as ideias de Jürgen Habermas sobre liberdade e igualdade como subsídios teóricos para um debate. R. Opin. Jur., Fortaleza, ano 10, n. 14, p.9-23.
- Mól, G. (2017). Pesquisa qualitativa em ensino de química. Revista Pesquisa Qualitativa, São Paulo (SP), v. 5, n.9, p. 495-513.
- Molena, J.C. (2018). Ensino de química para alunos com deficiência visual: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização. Dissertação de mestrado. UFSCAR, Araras, SP. p. 15-129.
- Mortimer, E.F., Machado, A.H., Romanelli, L.I. (2000). A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. Química Nova. v. 23, p. 273-283, 2000. ISSN 0100-4042.
- Mortimer, E.F. (2001). Perfil Conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. Infancia y Aprendizaje, v. 24, n. 4, p. 475-490.
- Mortimer, Eduardo. Fleury.; SCOTT, Phil. (2002) Atividade discursiva na sala de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7, n. 3, p. 283-306.
- Nacarato, A.M (org). (2018). Uma caminhada pela pesquisa (com) narrativa: a construção colaborativa de um percurso teórico e metodológico por um grupo de pesquisa. Pesquisas (com) Narrativas. A produção de sentidos para experiências discentes e docentes. Editora Livraria da Física, São Paulo.
- Nações Unidas. (2020). *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Recuperado em 24 de março de 2024, de <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>
- Nuernberg, A.H. (2008). Contribuições de Vygotsky para a educação de pessoas com deficiência visual. Psicologia em Estudo, Maringá, v. 13, n. 2, p. 307– 316.
- OEI, UNESCO (2018). Iberoamérica inclusiva: guia para garantir a inclusão e a equidade na educação na educação na Iberoamérica.

- Oliveira, F.I.S.; Rodrigues, S.T. (2005). Críticas Gibsonianas à Perspectiva Representacionista da Percepção Visual. *Ciência e Cognição*. vol.6 no.1 Rio de Janeiro. 98-108.
- Oliveira, F.I.S.; Rodrigues, S.T. (2006). Affordances: a relação entre agente e ambiente. *Ciência e Cognição*. v. 9. Rio de Janeiro. 120-130.
- Oliveira, J.R.S (2010). A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.3, n.3, p.25-45.
- Oliveira, S. F. (2019). O ensino de ciências e os jogos de linguagem. Ed. Appris, Curitiba. 170P.
- Oliveira, M.S.G. (2020). Cosméticos: uma proposta de experimentação contextualizada por meio do enfoque CTS para alunos com deficiência visual no ensino de funções orgânicas. Dissertação de mestrado. UFG. Goiânia, GO. p. 8-87.
- Paiva, V.M.O. (2008). A pesquisa narrativa: uma introdução. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*. 8 (2). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-63982008000200001>
- Paulo, P.R.N.F. (2017). Produção de videoaulas como materiais didáticos inclusivos para professores de química do ensino médio. Dissertação de mestrado. UFF, Niterói, Rio de Janeiro. p. 13-65.
- Penha, J. (2013). Como ler Wittgenstein. Ed. Paulus, São Paulo. (113 p)
- Pierce, C.S. (2017). Semiótica. Trad. José Teixeira Neto. São Paulo, Perspectiva.21-237.
- Quadra, R.G.; Dávila, S. (2016). Educação Não-Formal: Qual a sua importância? *Revista Brasileira de Zootecias* 17(2): 22-27.
- Quadros, A.L.; PEna, D.M.B.; Botelho, M.L.S.T (2020) As representações multimodais: construto teórico. In: *Representações multimodais no ensino de ciências: compartilhando experiências*. Coleção Perspectivas em ensino de ciências. Volume 1. Editora CRV. Curitiba, Paraná, Brasil. (p.15-29).
- Razuk, R.C.S.R.; Guimarães, L.B. (2014). O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. *Revista Educação Especial*, v. 27, n.48. p. 141-154.
- Reis, A.M.S; Kavalek, D. S. (2023). A educação do campo e mereologia química: aproximações possíveis no estudo de átomo e molécula. *Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino*, Vol. 1, Nº. 16. P. 69-86. DOI: <https://doi.org/10.47456/krkr.v1i16.41118>.

Ribeiro, M.A.P. (2014). Integração da Filosofia da Química no Currículo de Formação Inicial de Professores: contributos para uma Filosofia do Ensino. Tese (Doutoramento em Educação - Desenvolvimento Curricular) - Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 390.

Ribeiro, M.A.P; Barreto, U.R.; Moraes, D.; Kavalek, D.S. (2015). Campo de problemas sobre a linguagem química debatidos pela filosofia da química. X ENPEC. Águas de Lindóia, SP. p. 1-8.

Russel, J. B. (1981). Química geral. Trad. Divo Leonardo Sanioto y col. McGraw- Hill do Brasil, São Paulo. 601p.

Russel, J. B. (1994). Química geral. Volume 1, 2ª ed. Trad. Divo Leonardo Sanioto y col. McGraw- Hill do Brasil, São Paulo. p. 1-50.

Sá, S. (2004). Feche os olhos para ver melhor: os limites dos sentidos e os sentidos dos limites. Sá Editora. Barueri, São Paulo, p. 7-110.

Santos, G.A. (2012). Página Web com conteúdo de química acessível a estudantes com deficiência visual. Dissertação (mestrado)—Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade UnB Planaltina, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Brasília, DF.

(A) Santos, W.; MÓL, G. (2016). Química Cidadã. Coleção Química Cidadã. Ensino Médio, 1ª série, 3ª ed. São Paulo: Ed. AJS.

(B) Santos, E. A. (2020). Educação inclusiva: Caminhos formativos para professores do ensino técnico e tecnológico de química. Dissertação - Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

(C) Santos, M.B.D. (2021). Os outros somos nós: cordel e elaboração de livro paradidático de química para pessoas com deficiência visual. Dessertação de Mestrado – Universidade federal de São Carlos, São Carlos, SP.

Sepulveda S. C.; Reis, V. P. G. S.; Almeida, M. C.; Carneiro, M. C. L.; Amarante, A. L. A. C. P. El-Hani, C. N. (2011). Uma ferramenta sociocultural de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar. In: Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Campinas: ABRAPEC. 1-13.

Schmidt, S. (2013). Proxémica y comunicación intercultural: la comunicación no verbal en la enseñanza de e/le. Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis doctoral. Bellaterra. 7-163.

Silva, J.J.; Cerqueira, S.S.; Ribeiro, M.A.P. (2024). Juízos, inferências e raciocínios químicos no ensino de Química. XXII Encontro Nacional de Ensino de Química, ENEQ. UFPA, Belém, PA.

- (A) Silva, L.O. (2014). Proposta de um jogo didático para o ensino de estequiometria que favorece a inclusão de alunos com deficiência visual. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, DF. P. 12-94.
- (B) Silva, T. N.C. (2014). Deficiente Visual: ensinando e aprendendo química através das tecnologias assistivas no ensino médio. UNIVATES – Dissertação de Mestrado profissional em ensino de Ciências Exatas. Lajeado, RS. 14-95.
- (C) Silva, J. (2015). Reflexões para um ensino inclusivo em aulas de química: aporte na psicologia histórico-cultural. UFF, RJ.
- (D) Silva, L.V. (2019). Inclusão escolar para alunos cegos: acessibilidade ao conceito de substância em um livro didático de química em formato DAISY. Dissertação de mestrado – UNESP, Bauru, SP, 20-133.
- (E) Silva, R.S. (2020). A defectologia e a teoria histórico-cultural no ensino de química para o deficiente visual: um estado da arte em teses e dissertações (2000-2019). Tese de doutorado, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020. 22-136.
- (F) Silva, M.C. (2022). Adaptações multissensoriais em roteiros experimentais de livros didáticos de química e de ciências naturais para alunos com deficiência visual. dissertação de mestrado, USP, Ribeirão Preto, São Paulo.
- (G) Silva, J.J. (2023). Desenvolvimento didático de representações semióticas no ensino de química. Mestrado profissional em química – PROFQUI – UESB, Jequié, Bahia.
- (H) Silva, F.S. (2019). Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. História da Física e Ciências Afins. Rev. Bras. Ensino Fís. 41 (4) Disponível em <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0029> em 28/02/2025.
- Simões, G.S. (2018). Me ajuda a entender: website como ferramenta de apoio para professores no ensino de química estudantes com deficiência visual. Dissertação de mestrado. UFMG, Belo Horizonte. p. 21-108.
- Sousa, Maria Goreti da Silva; CABRAL, Carmem Lúcia de Oliveira. (2015). A narrativa como opção metodológica de pesquisa e formação de professores. Horizontes, volume 33, nº 2, jul/dec, 149-158.
- Sousa, V.X.S. (2022). Contribuições da teoria do agir educativo na formação de professores para a educação especial. VIII CONEDU. Fundamentos da Educação. p.234-245.

Souza, R.S.; Galiazzi, M.C. (2024). Proposições Hermenêuticas à Filosofia da Educação Química. RESBEnQ, Brasília-DF, v. 05, n. 1, p. 1-24. DOI: [10.56117/ReSBEnQ.2024.v5.e052406](https://doi.org/10.56117/ReSBEnQ.2024.v5.e052406)

Tarozzi, M. (2011). O que é grounded theory? Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados. Trad. Carmem Lussi. Editora Vozes, Petrópolis, RJ.

Toledo, J. B. (2017). Ensino de química para pessoas com deficiência visual: um estudo por meio da revisão sistemática. Dissertação de mestrado. UFSCAR, São Carlos, SP. p. 1-202.

Thalos, M. (2012). The Lens of Chemistry. Sci & Educ (2013) 22:1707–1721 DOI 10.1007/s11191-012-9443-y.

Vivar, C; ARantzamendi, M.; López-Dicastillo, O.; Luis, C.G. (2010). La Teoría Fundamentada como Metodología de Investigación Cualitativa en Enfermería. Index Enferm vol.19 no.4 Granada oct. /dic.

Vigotski, L.S. (2009). A formação social da mente. Org. Michael Cole y col.; trad. Neto, J.C. y col. 7ª ed. São Paulo (182 p)

Vigotski, L.S. (2009). A construção do pensamento e da linguagem; trad. Bezerra, P. 2ª ed. Martins Fontes, São Paulo. (496 p.)

Vigotski, L.S. (2022). Obras Completas – Tomo Cinco: Fundamentos de Defectologia. / Tradução do Programa de Ações Relativas às Pessoas com Necessidades Especiais. (PEE). — Cascavel, PR: EDUNIOESTE. 29-160.

Wasserman, D; Aas, S. (2023). Disability: Definitions and Models. In E. N. Zalta & U. Nodelman (Eds.), *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Fall 2023 Edition). URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2023/entries/disability/>. Acesso em: 5 de febrero de 2026.

Wittgenstein, L. (1999). Investigações filosóficas. Trad. José Carlos Bruni. Ed. Nova Cultural, São Paulo. 5-206.

UNESCO; OEI. (2018). Tendências educativas na América Latina e Caribe: Educação e habilidades para o século XXI. UNESCO. p.1-88.

Apêndice

Quadro 1. Codificação da Teoria Fundamentada – Entrevista com a fundadora a respeito da criação da AJECE.

Codificação	Trechos da entrevista a que se relaciona
Informações gerais	
Data da criação: 10/03/1994 Sede: inicialmente na casa do próprio Antônio Carlos; posteriormente uma sala cedida pela prefeitura; hoje tem espaço próprio. Público-alvo: deficientes visuais, alguns portadores de outras deficiências; todas as idades. Apoio financeiro: Para seu funcionamento, atualmente possui convênios com a Prefeitura e os Governos do Estado e Federal; doações de pessoas e instituições; carnê de pagamento de contribuição pelos associados.	“[...] a fundação da AJECE aconteceu em 1994. Dia 10 de março a AJECE vai completar 27 anos”. “[...] nós fomos a poderes públicos e conseguimos um espaço. Antes era na própria casa de Antonio Carlos, aí depois na época do saudoso Lomanto Júnior, que era prefeito, conseguiu uma sala pra gente[...]” “Público-alvo são os deficientes visuais e com baixa visão. Nós já temos também deficientes visuais e autista, pessoas com deficiência mental também. O público-alvo vem de criancinha, de bebê a 80,90 anos.” “[...] Nós abraçamos do nascimento da criança com deficiência visual, até os idosos. A gente aceita todo tipo de deficiência visual, né. É deficiente, visual? Pronto. É cadastrado na AJECE, a gente não faz distinção de faixa etária.” “Olha, a AJECE funciona da seguinte forma: os professores são cedidos pelo município de Jequié, com merenda também cedida pelo município, prefeitura de Jequié e alguns contratos pelo Estado. E tem assim a parte social, que nós temos o departamento de assistência social, que trabalha também a partir do Governo Federal, Municipal e estadual, e tem algumas doações que acontecem para manter a instituição. A gente vive de doações, e as pessoas preenchem uma ficha e fica sendo associado da AJECE, durante 1 ano, dois, aí quem determina é a pessoa que ta querendo participar, e tem os convênios, né, firmado pelos governos Federal, Estadual e Municipal. “[...] Hoje temos um núcleo na própria faculdade [...] hoje, toda situação acadêmica é resolvida ali, via núcleo. Então, esse núcleo é de muita valia aos assistidos deficientes na UESB, não só os deficientes visuais, mas por linhas gerais de deficiências. É o núcleo sim, é o Naiped.” “E graças a Deus hoje Jequié recebe muito núcleos nas escolas das redes regulares.” “[...] as meninas da AJECE elas faziam também a itinerância, né, que toda semana elas iam na rede, nas escolas, e também, é, é... davam suporte para

Núcleos para atendimento às pessoas com deficiência: Naiped (na UESB, que atende também outros tipos de deficiência) e núcleos escolares. Projetos e atividades propostas: atividades culturais, aulas de química, aulas de Braille, artes, esportes, serviço de psicologia e atendimento social - agenda consultas e exames clínicos- e nas instituições de ensino regulares (itinerância); um projeto de assistência emergencial na pandemia.	todos os professores e os alunos...os alunos com deficiência que estavam cadastrados na rede... na rede regular; “[...]nós temos um trabalho voltado só para o idoso com coisas assim lúdicas, temos também a parte pedagógica, né, que a gente dá um suporte, um pessoal. Os deficientes que estudam nas redes regulares e a gente dá sim todo o suporte pedagógico, atendimentos que tem os nossos assistidos”. “[...]tem voluntariado e tem vários departamentos: de cultura, de saúde, de esporte e muitos outros departamentos e isso é uma conquista a cada dia.” “Quanto às aulas pra o deficiente se deslocar...né que é a chamada é... a locomoção... orientação e mobilidade... e mobilidade. O deficiente, ele é preparado pra andar nas ruas, pra sair sozinho... ele só não pode atravessar a rua sozinho. De forma alguma. Mas ele pode entrar no supermercado, ele faz compra. Ele faz TU-DO que uma pessoa normal ...possa fazer, né. Como varrer casa...tudo isso aí ele aprende, é na parte de AVD, aprendizagem de vida autônoma, é aquela atividade, aquele projeto que o deficiente aprende arrumar uma casa, fazer um almoço... cuidar da sua própria casa. E... a orientação e mobilidade é aprender a andar nas ruas sozinho, pra que ele possa ser realmente uma pessoa independente. A locomoção que é chamada mobilidade, ela ajuda também na questão da atividade autônoma, ou seja, aula de AVD. Pra que ele possa ter realmente uma desenvoltura dentro da própria casa, ele precisa passar por esse processo de locomoção fora do domicílio.” “O coral... nós estamos, assim, esperando uma regente, né, aqui é muito difícil. Mas, quando as aulas começarem, se Deus permitir, a própria Secretaria da Cultura vai disponibilizar uma pessoa que possa tá indo pra dar continuidade aos trabalhos culturais.”
Relacionadas à história de vida de fundadora	
Limitações sociais impostas ao deficiente visual	“Os amigos que eu tinha eram só minhas irmãs, mas também eu não podia nem colocar, assim... o pé fora de casa, porque eu era tida como a ceeega, a pobre coitada...era assim que eles me chamavam antes. Eu vim até 19 anos ouvindo as seguintes palavras: coitadinha; essa não vai casar nunca; é uma pessoa cega, não tem condições de estudar, portanto, vai ficar aqui dentro de casa com a gente, a gente não pode deixar ela sair pras pessoas não ficarem rindo dela”.
O desconhecimento das pessoas sobre a capacidade do cego e o preconceito decorrente	“Alguns anos atrás os deficientes visuais aqui na nossa cidade eram tidos como esmolés. Eram totalmente dependentes dos seus familiares, outros viviam presos dentro da sua própria casa e era assim desconhecido pela sociedade”. “No que tange a questão das esmolos, é que um casal de cegos, pela primeira vez andando sozinhos nas ruas da cidade foi também assustador. Por que ninguém via, nunca viu, um deficiente andar sozinho nas ruas de Jequié. Então, isso também foi uma forma de assustar. Porque quando um deficiente aparecia nas ruas, era com alguém da família, e o próprio

	deficiente pedia esmola. É por isso que tem aquela cultura, né, muita gente acha que o deficiente era esmolé, e na verdade era mesmo. Aqueles que não tinham o poder aquisitivo.” “Hoje eu posso te dizer que eu sou muito feliz por que eu pude contribuir pra que os deficientes nos dias de hoje tivessem tudo que eu não tive naquela época, por informações que não tínhamos naquela época, por ignorância também...porque o governo não tinha um projeto voltado mesmo a, a deficiência”. “Eu, te confesso que foi difícil ao longo dos anos pra eu fazer com que as pessoas acreditassem no nosso potencial.” “Existe uma outra situação que doía na alma. Quando eu engravidei, que Lucas nasceu, ainda existia o preconceito, e as pessoas ficavam sacudindo as mãos pra lá e pra cá em cima dos olhos de Lucas, pra saber se Lucas enxergava ou não.”
A não aceitação da pessoa deficiente	“Eu vim até 19 anos ouvindo as seguintes palavras: coitadinha; essa não vai casar nunca; é uma pessoa cega, não tem condições de estudar, portanto, vai ficar aqui dentro de casa com a gente, a gente não pode deixar ela sair pras pessoas não ficarem rindo dela.” “Outro fator que me deixa totalmente abalada, é quando eu pedia as crianças que enxergam, da minha época, pra brincarem comigo. Elas eram assim ... resistentes, não queriam brincar.”
O Bullying	“[...]porque eu vivi dias aqui em Jequié muito tristes. Que eu não podia sair, que eu não podia chegar em uma escola. Quando eu ia em uma escola pra fazer aquele lanche lá que o governo fornecia pra os deficientes da época, pras crianças das escolas, eu ia pra merendar, né, pra fazer meu lanche, e as crianças daquela época elas ficavam rindo, ficavam fazendo chacota pela minha deficiência [...]”
Revolta por não poder interagir com outras crianças e adolescentes	“E hoje eu conto isso com a naturalidade, mas eu levei muitos anos revoltada porque eu não podia interagir com elas”
O desejo de melhorar a própria vida e a dos demais deficientes visuais	“Hoje eu vejo que as crianças interagem muito bem com os outros deficientes visuais, eu queria que isso acontecesse na minha época. Mas, como isso não aconteceu, eu dizia pra mim mesma, um dia eu vou fazer diferente, um dia eu vou ser alguém na vida, um dia eu vou implantar uma escola aqui em Jequié adaptada pra deficientes visuais.”
Importância do estudo para independência financeira e para criação da AJECE.	“Foi por isso que eu fui pra Salvador estudar, por dois motivos. Primeiro, pra eu ser independente e também para acabar esse paradigma, de que o cego é um pobre coitado.” “Então foi a partir daí da minha ida pro Instituto de Cegos que eu pude trazer toda minha experiência aqui pra Jequié e aí aconteceu a associação Jequicense de cegos, que dia 10 de março completa 27 anos.” “[...] assim, de família humilde, que a gente (<i>falando dela e de Carlos</i>) não teve muitos recursos, naquela época não existia escola aqui nem pra mim, nem pra Antônio Carlos, foi aí que Antônio Carlos foi pra Belo Horizonte, estudou também no São Rafael e no Instituto de Cegos.

A parceria com Antônio Carlos, o casamento e o filho	“Eu conheci Antônio Carlos depois que ele chegou aqui em Jequié [...] ele queria abrir uma escola, né, adaptada para deficiente visual e eu tinha o mesmo ideal que ele. As nossas ideologias eram parecidíssimas, foi aí que aconteceu. Eu conheci Carlos, ele dizia que uma andorinha só não faz verão e eu concordei com ele, aí juntou a, a... minha experiência com a experiência de Antônio Carlos.” “Para que esta instituição fosse constituída, eu fui para Salvador, para o Instituto de Cegos, onde estudei por alguns anos e aí eu trouxe todo o meu aprendizado para Jequié. Foi aí que eu conheci Antônio Carlos e nós nos casamos, temos um filho de 25 anos. Hoje nós somos separados, mas durante 15 anos vivemos um relacionamento bom. Hoje nós temos assim dois frutos que é o nosso filho e a associação Jequieense de cegos que muito me honra.” “Existe uma outra situação que doía na alma. Quando eu engravidei, que Lucas nasceu, ainda existia o preconceito, e as pessoas ficavam sacudindo as mãos pra lá e pra cá em cima dos olhos de Lucas, pra saber se Lucas enxergava ou não. Então, isso também foi uma das coisas que me entristeceu, por saber que existia preconceito, as pessoas perguntavam: (mudando a voz) -Ah, Lucas nasceu cego? Ou ele enxerga? Ah, vc pode engravidar?” “E... quando eu me casei com Carlos...eu... a gente tem um filho de 25 anos... e o que me deixa bastante assim feliz, é que quando ele completou 4 anos, ele pegava o... umas revistas e segurava nas minhas mãos, e passava as... folheava uma por uma e ele mostrava né os objetos, é, as imagens que estavam na revista, né, ele descrevia tudo pra gente. Hoje eu vejo que as crianças interagem muito bem com os outros deficientes visuais, eu queria que isso acontecesse na minha época. Mas, como isso não aconteceu, eu dizia pra mim mesma, um dia eu vou fazer diferente, um dia eu vou ser alguém na vida, um dia eu vou implantar uma escola aqui em Jequié adaptada pra deficientes visuais. E foi aí que eu senti que Deus me escolheu e escolheu Antonio Carlos, pra que a AJECE acontecesse de fato e de direito aqui na cidade.”
História de vida interligada à AJECE	“Todos esses fatos estão ligados e interligados a AJECE. A minha situação com Lucas, o meu casamento, as dificuldades que passamos, as conquistas, os espinhos e as rosas. “
Já no período de implantação da AJECE	
O cego não era aceito na escola regular	“Mas antes houve muita resistência. O deficiente quando ia para a rede regular era assustador, porque muita gente não queria, achava que o cego não deveria aprender.”
A falta de conhecimentos dos professores do ensino regular em relação ao deficiente visual.	“[...]Muitos professores não queriam recebê-los, porque não conheciam o trabalho da pessoa com deficiência visual”.

	“Era assustador porque os professores não tinham nenhuma experiência para lidar com pessoas que tinham deficiência visual. Não sabiam de que forma eles iriam trabalhar com essas pessoas...com essas pessoas deficientes visuais. Então era um choque pra eles, então assim, os professores se assustavam muito”. <i>Pequena pausa: (mudando um pouco a voz, como se fosse a voz do professor) “- Como é que eu vou ensinar o cego, se eu não sei...o método?”</i>
Importância das aulas de Braille ministradas por Carlos e o apoio da prefeitura, de personalidades locais e da imprensa, para início das atividades da AJECE.	“Um momento... um momento assim maravilhoso foi quando assim, a AJECE recebeu do prefeito aquele apoio.” (Referindo-se ao apoio inicial, com uma sala e dois professores). “o próprio Carlos começou a ministrar curso de Braille para aqueles professores que se interessassem em trabalhar com o cego na AJECE. Depois esses professores foram para Salvador, para se aperfeiçoarem. Depois de 1 ou 2 anos, quando os professores já estavam mais centrados sobre como é uma pessoa com deficiência visual, eles ministravam uma aula para os professores da rede regular sobre como trabalhar com o deficiente visual”. “Hoje nós adquirimos um grande respeito...vc vê que nós temos várias instituições aqui de deficientes aqui em Jequié, então isso foi Graças a Deus, graças também Dr. Reivaldo Fagundes, que nos ajudou bastante, Dra. Josefina, Dr. Elias Dávila, Dr. José Raimundo, à imprensa... a imprensa foi assim um referencial pra gente, a todas as pessoas que acreditaram no nosso trabalho[...]”
O deficiente não acreditava em si próprio	“[...]nós fomos também na casa de cada deficiente. Teve um que jogou pedra na, em mim e em Carlos, porque não queria, achava que o deficiente não ia aprender nada, o próprio deficiente não acreditava. E aí nós fomos, duas três, quatro vezes na casa dessa pessoa. Foi então que ele resolveu ir, chegou na AJECE e viu que era totalmente diferente do que ele pensava.”
O papel dos professores da AJECE	“Aí foi que a gente começou a ensinar o Braille para os professores da AJECE, pra aplicar com os meninos lá na rede regular, para aplicar pros professores... os professores, quando um aluno...os professores... depois de 1 ou 2 anos, quando os professores já estavam mais centrados sobre como é uma pessoa com deficiência visual, eles ministravam uma aula para os professores da rede regular sobre como trabalhar com o deficiente visual”. “[...] as meninas da AJECE elas faziam também a itinerância, né, que toda semana elas iam na rede, nas escolas, e também, é, é... davam suporte para todos os professores e os alunos...os alunos com deficiência que estavam cadastrados na rede... na rede regular.”
A partir da AJECE	

A AJECE conferiu respeito ao deficiente visual em Jequié	“Mas, graças a Deus, depois que nós começamos a andar nas ruas de Jequié, começamos a divulgar a AJECE, e aí veio o respeito, porque Graças a Deus hoje nós temos...somos respeitados pelos poderes públicos de Jequié e região. Nós recebemos o título de cidadã jequieense, tanto eu como Antônio Carlos também. Graças a Deus, a AJECE está aí, é uma grande realidade, e hoje as crianças não têm... assim, resistência. Interação com os deficientes, né, os adolescentes também interagem com a gente...com todos os deficientes visuais. Hoje nós adquirimos um grande respeito.”
Importância da independência financeira e outras formas de independência aprendidas na AJECE para o deficiente visual	“E hoje, graças a Deus, é muito difícil você ver um deficiente pedindo esmola, quando vê, ou ele não quis estudar ou ele não é aposentado. Mas lá na AJECE a gente propaga que <i>(diz com bastante ênfase)</i> todo deficiente visual ele tem que estudar e se manter com sua independência financeira e de tudo que aprendeu na Ajece. É isso que a Ajece propaga.”
Outras conquistas	“Hoje eu vejo que as crianças interagem muito bem com os outros deficientes visuais, eu queria que isso acontecesse na minha época.” “Mas, quando muitos deficientes passavam no vestibular, era um grande presente pra mim e pra Carlos[...]”. “Hoje nós temos quase 20 alunos na faculdade, já saíram alguns que já terminaram os cursos...fisioterapeuta, pedagogo, advogado...tem uma outra menina que tá se formando agora pra advogada, que trabalha também no Banco do Brasil de Conquista, que foi aluna da AJECE, tem um que trabalha no correio que também foi aluno da AJECE...então, houve muitos avanços, apesar da resistência... por parte algumas pessoas, mas houve os avanços, e muito promissor.” “[...] outros conquistaram seu espaço dentro da cultura, é que tem uma atriz que trabalha com arte, que sou eu, que faço teatro também. Graças a Deus fui aprovada também com a lei Aldir Blanc, onde vou atuar três personagens, e tudo isso eu aprendi dentro da própria instituição”. “... eu agora que represento a AJECE. Eu sou atriz, eu faço monólogos teatrais, né, faço vários tipos de monólogos diversificados e eu sou compositora também.” “Na internet tem a nossa primeira peça, né. Na época que nós tínhamos um professor de teatro. E a primeira peça foi Romeu e Julieta, que eu fiz o papel principal de Julieta, né... o teatro da AJECE. Se eu não me engano foi em 2006...eu não tenho essa estimativa...só olhando lá no, nos arquivos. Mas, foi uma peça muito boa, eu tava iniciando a minha carreira de atriz.” “[...] aquele projeto né, emergencial e a gente tava liberando as sextas básicas para os alunos...máscaras. então a gente teve aquele cuidado assim de todo mês, acho que foram assim quatro meses que nós despachamos várias cestas básicas pros pros... alunos, e máscaras. E atendimento psicológico, né.” “Então amiga, os direitos foram muitos, muitos avanços, né, na questão... pedagógica...os deficientes hoje estão bem desenvolvidos...”

	“uma outra coisa que pra mim foi um grande avanço, foi poder colocar muitos deficientes visuais nas escolas, nas faculdades e também no mercado de trabalho. Isso pra mim é uma grande conquista, uma conquista assim... extraordinária, uma conquista assim maravilhosa!”
Militância para conquista de direitos	“cinco anos depois, a AJECE já formada, então começaram as militâncias né, brigar pelo espaço do deficiente, lutar por tudo que o deficiente necessitava, por direito. foi a partir daí que começou a educação especial em Jequié.”
A superação	“[...] Então foram uma série de perguntas ...que me inquietavam naquela época. E isso, eu guardo dentro de mim, mas assim, tudo que aconteceu no passado, foi um grande aprendizado. Hoje eu falo tudo isso com a maior naturalidade que uma pessoa possa falar”. “Hoje eu te falo, eu sou feliz, muito feliz, pois eu me sinto realizada por tudo que eu passei, em décadas passadas, e hoje mudou totalmente a minha realidade.” “Então foram uma série de perguntas ...que me inquietavam naquela época. E isso, eu guardo dentro de mim, mas assim, tudo que aconteceu no passado, foi um grande aprendizado. Hoje eu falo tudo isso com a maior naturalidade que uma pessoa possa falar.” E isso me deixa contente, isso me deixa muito satisfeita, porque foi um trabalho que eu fiz por amor, não foi por dinheiro. Porque se eu fosse uma pessoa egoísta e ambiciosa, certamente a AJECE nem iria existir. E... isso me deixa muito feliz porque eu faço o que eu gosto. Sempre o que eu fiz na AJECE foi por amor, somente por amor.”
Tensão na pandemia	“Teve um aluno da gente que ele não quis, ele disse queee...que não precisava de psicólogo. E acabou vindo a óbito, porque ele... ele cometeu suicídio. Nilton. Ele era um menino muito alegre, de repente, do nada...ele tava sem atendimento por conta da pandemia. Mas depois que começou essa pandemia eles ficaram muito tensos, sabe, sem atendimento.”
Ações durante a pandemia	“[...] projeto né, emergencial e agente tava liberando as sextas básicas para os alunos...máscaras. então a gente teve aquele cuidado assim de todo mês, acho que foram assim quatro meses que nós despachamos várias cestas básicas pros pros... alunos, e máscaras. E atendimento psicológico, né. Que a gente tava ministrando atendimento psicológico com a psicóloga Ely (Nome fictício), que nós temos também o departamento de psicologia, e ela faz isso assim, via telefone ou então via link, online”.
Orgulho e gratidão pela instituição formada	“AJECE está aí, né, uma instituição de renome[...].” “Por que eu sei que Deus me escolheu, eu sei que Deus escolheu Carlos, eu sei que Deus escolheu muita gente para esta ali a frente desta instituição nos ajudando, que foi o seu caso.” “[...]então isso foi Graças a Deus, graças também Dr. Reivaldo Fagundes, que nos ajudou bastante, Dra. Josefina, Dr. Elias Dávila, Dr. José Raimundo, a imprensa... a imprensa foi assim um referencial pra gente, a todas as pessoas que acreditaram no nosso trabalho; a você, que deu essa

	oportunidade de ensinar química, cê sabe que química é muito difícil, mas com essas fórmulas diversificadas...então, a gente tem mais é que agradecer a Deus por tudo, 'pelas oportunidades que ele nos ofertou, né, tudo isso veio assim com a mão de Deus." "Então eu me sinto feliz, porque a vida não passou em branco, foi através de Deus que ele escolheu o casal de cegos para que a AJECE pudesse existir aqui na cidade de Jequié." "eu sempre digo: o que seria de nós, se não fossem vocês professores, se não fossem as instituições...que nos apoiam... o que seria da gente sem vocês? Né isso? Então há uma parceria, e isso é muito bom. Quando se tem parceria, se vê bons resultados."
O sonho	"[...] e o nosso sonho era esse, ter uma quadra poliesportiva com piscina e tudo, para os deficientes. Não só... não só praaa...pras atividades assim esportivas não, assim pra o lazer, finais de semana que eles pudessem ta ...assim, interagindo com os colegas...né uma recreação... É meu sonho 'pe esse, viu. É, é um dos meus sonhos. Se eu pudesse... se eu pudesse fazer assim uma vaquinha virtual, né... também um arquiteto pra projetar isso aí...um terreno doado..."
Direitos já conquistados e os Desafios	
Direitos já conquistados	"Olhe, na questão dos direitos houve alguns avanços, né. Na questão do estatuto da pessoa com deficiência, né, a inclusão... né, a, a questão aí da carteira de passe que nós adquirimos, graças a Deus...né, o passe livre...o direito de ir à escola... houve muitas conquistas. Ao longo desses anos... em décadas passadas até os dias de hoje, pode ter certeza de que houve muitos avanços...muitos avanços mesmo. Porque a LBI, que é a lei da inclusão, né...foi um grande avanço pra gente." "Mas, alguns estabelecimentos já estão né... até por conta do plano diretor..., da lei agora, a lei exige que todos os prédios públicos têm que estar acessíveis pro deficiente, e pros idosos também, né?"
Desafios	"Agora uma outra coisa que nós não conseguimos ainda foi a questão da acessibilidade [...] da mobilidade dos espaços. né... assim... eles não são acessíveis. Hoje mesmo eu vim aqui comprar um pão, menina, aqui num condomínio. Minha querida, você não imagina (com ênfase) a dificuldade que foi pra eu chegar até o lugar pra eu poder comprar meu pão! Muita dificuldade mesmo! A acessibilidade urbana não é legal!"

Quadro 2. Teses e dissertações encontradas na revisão bibliográfica.

°	Título	Autor	Data de Defesa	Tipo de Material	Assuntos/Palavras-chave	Link
1	Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação e dos programas computacionais para um ensino mais inclusivo	Fernandes, Tatyane Caruso	2014	Dissertação	Ensino de Química, Deficientes Visuais	Texto integral
2	Ensino de química orgânica para deficientes visuais empregando modelo molecular	Creppe, Carlos Henrique	2009	Dissertação	Ensino de Química, Deficientes Visuais	Texto integral
3	Me ajuda a entender: website como ferramenta de apoio para professores no ensino de Química a estudantes com deficiência visual	Guilherme Soares Simões	2018	Dissertação	Ensino de Química	Texto integral
4	Ensino de química: proposição e testagem de materiais para cegos	Ilza Mara Barros Lourenço	2003	Dissertação	Educação Especial, Deficientes Visuais	Texto integral
5	Ensino de química para pessoas com deficiência visual: um estudo por meio da revisão sistemática	Toledo, Juliana Barretto de	2017	Tese	Ensino de Química	Texto integral
6	A defectologia e a teoria histórico-cultural no ensino de química para o deficiente visual: um estado da arte em teses e dissertações (2000-2019)	Silva, Rafael Soares	2020	Tese	Ensino de Química	Texto integral
7	Ações colaborativas em contexto escolar: desafios e possibilidades do ensino de química para alunos com deficiência visual	Melo, Érika Soares de	2013	Dissertação	Ensino de Química	Texto integral
8	A formação de conceitos científicos para sujeitos com deficiência visual: sequência Fedathi como aporte metodológico no ensino de química	Costa, Emília Lima da	2016	Dissertação	Ensino de Química	Texto integral
9	Deficiente visual: ensinando e aprendendo química através das tecnologias assistivas no Ensino Médio	Silva, Tania Núsia da Costa	2014	Dissertação	Ensino de Química	Texto integral
10	Produção de vídeoaulas como materiais didáticos inclusivos para professores de química do ensino médio	Paulo, Paula Rodrigues Nogueira Ferreira	2017	Dissertação	Ensino de Química	Texto integral
11	Educação inclusiva: caminhos formativos para professores do Ensino Técnico e Tecnológico de Química	Santos, Emanuela Alves	2020	Dissertação	Ensino de Química	Texto integral
12	Análise da percepção de um grupo de professores de Química sobre o trabalho em espaços não formais voltados à divulgação científica na Universidade Federal de Viçosa: em foco a inc...	Lopes, Bruna Olívia da Silva	2020	Dissertação	Ensino de Química, Deficientes Visuais	Texto integral

13	Saberes profissionais para o exercício da docência em química voltado à educação inclusiva	Field's, Karla Amâncio Pinto	2014	Tese	Ensino de Química, Educação Inclusiva	Texto integral
14	Ensino de química para alunos com deficiência visual: subsídios teóricos e práticos	Alves, Fernanda Iassenck de Matos	2018	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
15	Ensino de química para pessoas com deficiência visual: mapeamento e investigação de produções e aplicações no Brasil	Duarte, Cássia Cristina Campos	2019	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
16	Professores de Química no processo ensino-aprendizagem de estudantes com deficiência visual: Formação e prática	Gomes, Alcení de Brito	2019	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
17	Proposta de Química Orgânica para alunos com deficiência visual: Desenhando prática pedagógica inclusiva	Lima, Bruna Tayane da Silva	2017	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
18	Ensino de química para alunos com deficiência visual: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização	Molena, Juliane Cristina	2018	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
19	Ensino de química para alunos cegos: desafios no ensino médio	Aragão, Amanda Silva	2012	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
20	Cosméticos: uma proposta de experimentação contextualizada por meio do enfoque CTS para alunos com deficiência visual no ensino de funções orgânicas	Oliveira, Mislene da Silva Gomes	2020	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
21	A tecnologia assistiva no ensino de química para cegos: interfaces para construção das representações mentais	Nascimento, Tânia Silva	2020	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral Não encontrado
22	Inclusão de alunos com deficiência visual nas aulas de Química: Estudo de caso acerca da concepção docente	Azevedo, Paulo Vidal Guanabara de	2020	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
23	Inclusão escolar para alunos cegos: acessibilidade ao conceito de Substância em um livro didático de Química em formato Daisy	Silva, Larissa Vendramini da	2019	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
24	A deficiência visual e a aprendizagem da química: reflexões durante o planejamento e a elaboração de materiais didáticos táteis	Marques, Natália Pereira	2018	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral

25	Proposta de um jogo didático para ensino de estequiometria que favorece a inclusão de alunos com deficiência visual	Silva, Laianna de Oliveira	2014	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
26	Os outros somos nós: cordel e elaboração de livro paradidático de química para pessoas com deficiência visual	Santos, Michele Batista dos	2021	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
27	Página web com conteúdos de química acessível a estudantes com deficiência visual	Santos, Grazielle Alves dos	2012	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
28	Adaptações multissensoriais em roteiros experimentais de livros didáticos de Química e de Ciências Naturais para alunos com deficiência visual	Mauro Café da Silva	2022	Dissertação	Ensino de Química, Deficiência Visual	Texto integral
29	Inclusão de alunos com deficiência visual e atividades experimentais multissensoriais: perspectivas e percepções de discentes de licenciatura em química	Foques, Franciane de Fatima	2020	Dissertação	Ensino de Química, Deficientes Visuais	Texto integral
30	A inclusão do estudante com deficiência visual no universo do conhecimento químico: uma proposta...	Martins, Fabiane Silva	2021	Dissertação	Ensino de Química, Deficientes Visuais	Texto integral
31	Educação em Ciências e deficiência visual: estratégias de um ensino inclusivo para a superação de barreiras em sala de aula.	Del Sacramento, Jordania da Silva	2021	Dissertação	Educação inclusiva; ensino de ciências. Barreiras pedagógicas; barreiras epistemológicas.	Texto integral
32	As pesquisas sobre ensino de química e a educação especial: um estado da arte baseado em teses e dissertações	Nascimento, Thamires de Souza	2021	Dissertação	Ensino de Química. Educação Especial. Estado da Arte. Pesquisa Educacional. Práticas Pedagógicas.	Texto integral Não encontrado
33	Reflexões para um ensino inclusivo em aulas de química: aporte na psicologia histórico-cultural	Silva, Juliana Mendes da	2015	Dissertação	inclusão, ensino de química, psicologia histórico-cultural	Texto integral
34	Recursos didáticos para o ensino de geometria molecular à alunos cegos em classes inclusivas	Barros, Ana Patrícia Martins	2018	Dissertação	Educação inclusiva Ensino de Química Geometria molecular Recursos didáticos	Texto integral
35	Tabela periódica com elementos codificados: Auxílio da tecnologia assistiva como ferramenta para o ensino-aprendizagem de conteúdos químicos	Silva, Lucicleide Maria de Andrade	2021	Dissertação	Não encontrado	Dificuldade de acesso ao documento

36	Inclusão de estudantes Cegos e de Baixa Visão: Discussões em Espaços de Formação de Professores de Química	Sandriane Valadão Duarte	2021	Dissertação	Inclusão; Ensino de Química; Alunos cegos e de baixa visão; Formação docente; Licenciatura em Química	Texto integral
37	A tabela periódica: um recurso para a inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de química	Brito, Lorena Gadelha de Freitas	2006	Dissertação	Inclusão escolar; Tabela Periódica em Braille; Alunos; Schooling Inclusion; Braille Periodic Table; Blind students	Texto integral
38	Teaching Chemistry and Other Sciences to Blind and Low-Vision Students through Hands-On Learning Experiences in High School Science Laboratories.	Supalo, Cary Alan.	2010		Chemistry, General; Education, Special; Education, Sciences	Texto integral Texto completo não encontrado

Fonte: Autoria própria.

Categorías y subcategorías que emergieron en los momentos de la investigación

A partir del fragmento escrito sobre los sujetos de la investigación, es posible identificar varias categorías para el análisis. A continuación, se presentan algunas de estas categorías emergentes. Estas contribuirán a organizar los datos y a comprender mejor las experiencias y motivaciones de los estudiantes, así como los desafíos enfrentados en las clases de química en la AJECE.

Al continuar con el análisis, se identifican relaciones y patrones más profundos a medida que avanza la investigación, asegurando que estas categorías se alineen con los objetivos del estudio y contribuyan a la construcción de una teoría fundamentada en los datos.

1. “Demografía y Diversidad de los Estudiantes”

- Subcategoría: Rango etario de los estudiantes
- Subcategoría: Niveles de escolaridad de los estudiantes
- Subcategoría: Tipos de discapacidad visual de los estudiantes
- Subcategoría: Motivaciones de los estudiantes para asistir a las clases

2. “Experiencias e Historias de Vida de los Estudiantes”

- Subcategoría: Experiencias educativas previas
- Subcategoría: Objetivos educativos y profesionales de los estudiantes
- Subcategoría: Experiencias de discriminación y prejuicio
- Subcategoría: Superación de desafíos emocionales

3. “Motivación y Participación de los Estudiantes”

- Subcategoría: Motivación de los estudiantes para el estudio de la química
- Subcategoría: Participación activa en las clases
- Subcategoría: Rol de las actividades extracurriculares

4. “Impacto del Método de Enseñanza”

- Subcategoría: Experiencias previas de enseñanza de los estudiantes
- Subcategoría: Adaptación de los métodos de enseñanza para estudiantes con discapacidad visual
- Subcategoría: Beneficios y desafíos de la enseñanza de la química en la AJECE

5. “Desafíos en el Aprendizaje y la Inclusión”

- Subcategoría: Accesibilidad en las clases de química
- Subcategoría: Experiencias de exclusión en las clases regulares
- Subcategoría: Apoyo y ambiente de contención en la AJECE

6. “Historia y Misión de la AJECE”

- Subcategoría: Origen y fundación de la AJECE

- Subcategoría: Objetivos y valores de la institución
- Subcategoría: Rol de los fundadores en la creación de la AJECE