

Mobilizar conocimientos en el aprendizaje de las ciencias. Una caracterización desde la actividad agencial

Knowledge mobilization in science education.
An agentive activity characterization

Mobilizar conhecimento em ciência.
Uma caracterização a partir da atividade agencial

José Manuel Ruvalcaba Cervantes¹

RESUMEN

En el aprendizaje de las ciencias se emplea el término movilizar conocimientos para aludir a la aplicación de lo aprendido en nuevas situaciones, contextos y problemas. Por lo regular, se asume que movilizar los aprendizajes es una actividad intuitiva que consiste en transformar los conocimientos e ideas implícitas en ideas explícitas por medio del lenguaje. En este escrito se realiza una revisión de la concepción clásica de movilidad de conocimientos y se comunican algunas limitaciones de este enfoque, como reducir el aprendizaje, confundir el término con transferencia o generalización y presentar la movilidad como un acto intuitivo. El propósito es proponer la movilidad de conocimientos en el aprendizaje de las ciencias como una actividad agencial que exige auto regulación y control de las acciones mentales que integran la movilidad. Con base en la teoría de la actividad agencial de Igor M. Arieviditch, se caracterizan las acciones mentales necesarias para comprometerse activamente en la movilidad de conocimientos. Desde esta postura se expone cómo la movilidad de conocimientos es una actividad emergente que deviene eficiente con el control y orientación de la actividad misma. La explicación que se expone es de naturaleza reflexiva y teórica por medio del diálogo entre referentes empíricos de la didáctica de las ciencias con la teoría de la actividad agencial.

Palavras-chave: Movilizar conocimientos; Actividad agencial; Aprendizaje de las ciencias.

ABSTRACT

In science learning, the term mobilizing knowledge refers to applying what has been learned in new situations, contexts and problems. It is usually assumed that mobilizing learning is an intuitive activity that transforms implicit knowledge and ideas into explicit ideas through language. This paper reviews the classic conception of knowledge mobility. It communicates some limitations of this approach, such as

¹ IxM SECIHTI-CINVESTAV Monterrey, México. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5046-1572>; E-mail: jruvalcabac@cinvestav.mx.

reducing learning, confusing the term with transfer or generalization and presenting mobility as an intuitive act. The purpose is to propose knowledge mobility in science learning as an agential activity that requires self-regulation and control of the mental actions that make up mobility. Based on Igor M. Arieviditch's theory of agential activity, the mental actions necessary to actively engage in knowledge mobility are characterized. This position explains how knowledge mobility is an emergent activity that becomes efficient with the control and orientation of the activity itself. The explanation here presented is reflexive and theoretical through the dialogue between empirical references of science teaching and the theory of agential activity.

Keywords: Knowledge mobility; Agential activity; Science learning.

RESUMO

Na aprendizagem de ciências, o termo mobilização de conhecimento é utilizado para se referir à aplicação do que foi aprendido em novas situações, contextos e problemas. Geralmente assume-se que a aprendizagem mobilizadora é uma atividade intuitiva que consiste em transformar conhecimentos e ideias implícitas em ideias explícitas através da linguagem. Este artigo revisa a concepção clássica de mobilidade do conhecimento e comunica algumas limitações desta abordagem, como reduzir a aprendizagem, confundir o termo com transferência ou generalização e apresentar a mobilidade como um ato intuitivo. O objetivo é propor a mobilidade do conhecimento na aprendizagem de ciências como uma atividade agencial que requer autorregulação e controle das ações mentais que compõem a mobilidade. Com base na teoria da atividade agencial de Igor M. Arieviditch, são caracterizadas as ações mentais necessárias para se engajar ativamente na mobilidade do conhecimento. A partir desta posição, explica-se como a mobilidade do conhecimento é uma atividade emergente que se torna eficiente com o controle e orientação da própria atividade. A explicação apresentada é de natureza reflexiva e teórica através do diálogo entre referências empíricas do ensino de ciências com a teoria da atividade agencial.

Palabras clave: Mobilizar conhecimento; Atividade agencial; Aprendizagem científica.

1 Introducción

En didáctica de las ciencias es frecuente emplear el término *movilizar conocimientos* y *movilizar aprendizajes* para indicar las habilidades de los estudiantes al aplicar sus aprendizajes en nuevas situaciones y problemas (POZO, 2001, 2011, 2017), referirse a la transferencia de lo aprendido a nuevos contextos de interpretación de fenómenos y hechos naturales, o emplear los nuevos saberes para construir nuevos problemas y preguntas de aprendizaje (CHAMIZO, 2017; CHAMIZO; RÍOS-LÓPEZ, 2017).

Mobilizar conocimientos es una actividad esencial para manifestar los aprendizajes en didáctica de las ciencias (CLEMENT, 1994, 2003, 2022). El término movilizar conocimientos, y sus variantes como movilidad de conocimientos o mover aprendizajes, están arraigados en el discurso docente y académico tal que hemos prestado poca atención al mismo, principalmente porque existe un consenso tácito e implícito en su sentido y significado general.

La idea de movilizar conocimientos es una metáfora física que refiere al cambio de posición, en este caso, de entidades abstractas, aprendizajes. Movilizar conocimientos significa cambiar la posición de un conjunto de conocimientos desde un punto hacia otro. Implica un medio por el cual se trasladan los conocimientos y una fuerza para modificar el estado o posición de las entidades de conocimientos (RUVALCABA CERVANTES, 2020). En otras palabras, **movilizar conocimientos se manifiesta por medio del habla, y exige compromiso activo para realizarse.**

En términos definitorios, movilizar conocimientos es la actividad mental voluntaria mediante la cual un agente pone en movimiento sus saberes internalizados —tácitos o implícitos—, los hace emerger y los externaliza en un sistema representacional (habla, dibujos, diagramas) para operar con ellos, transformarlos y resolver una tarea cognitiva o de aprendizaje. En este escrito, ‘movilidad de conocimientos’ designa un sistema de actividad —con estructura y funcionalidad— integrado por un conjunto de acciones mentales. Supone distinguir dos planos: lo que se interioriza es el saber —de naturaleza tácita y encarnada—, mientras que la representación es lo que emerge hacia el exterior en el curso de la actividad. En sentido estricto, no hay representaciones internas que se externalicen, sino saberes interiorizados que se representan al movilizarse (ARIEVITCH, 2017; STETSENKO, 2016).

Algunas concepciones se refieren a la movilidad de conocimientos científicos como un proceso cognitivo y necesario para elaborar preguntas investigables en el aula (CHAMIZO, 2017; CHAMIZO; RÍOS-LÓPEZ, 2017), o un proceso de evocación que denota comprensión (BROUSSEAU, 2007). No obstante, las alusiones a la movilidad son escuetas y resultan poco apropiadas para entender esta actividad mental. La visión de la movilidad de conocimientos entendida exclusivamente como la actividad de verbalizar conocimientos para explicitar lo aprendido (POZO, 2001, 2011, 2017; MIŠČEVIĆ, 1992, 2007, 2022) es la que expone con claridad elementos para definir y comprender esta

actividad mental. Desde esta postura, movilizar conocimientos es establecer una conexión entre representaciones internas y externas del conocimiento. Una explicación similar del término es desarrollada por Clement (2003, 2009) en sus trabajos comparativos entre novatos y expertos. Clement diferencia entre expertos y novatos por la verbalización y comunicación explícita de saberes adquiridos y consolidados cuando movilizan conocimientos en nuevos problemas o situaciones de aprendizaje. Sin embargo, existen diversos niveles para verbalizar lo aprendido en función del formato de representación. Gastón Pérez et al. (2023), en sus trabajos sobre enseñanza para regular los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de la evolución, dan cuenta de cómo las representaciones icónicas comunican saberes que el formato oral no logra declarar, de manera que se complementan. Por su parte, Gallegos-Cázares et al. (2022) y Gómez Galindo (2026) exponen la relevancia de la multirepresentación y multimodalidad para comunicar y consolidar aprendizajes.

Movilizar conocimientos es una actividad de habla, pero no se reduce exclusivamente a verbalizar. De otra manera, bastaría con enseñar a comunicar y hablar con precisión para disolver las diferencias entre novatos y expertos que observa Clement. Sería suficiente con enseñar a los estudiantes a emplear distintos formatos de representación para comunicar mayor cantidad de ideas. Es preciso entender y valorar el compromiso activo en la movilidad *per se*.

Por compromiso activo, en el contexto de la movilidad de conocimientos, quiero decir que el estudiante es un agente que se involucra y participa de manera intencional, consciente y dirigida en acciones mentales que le permitan explorar, reflexionar, evaluar, comprender y controlar la actividad de movilización. Por entender y valorar el compromiso activo en la movilidad, quiero advertir la necesidad de estudiar y comprender cómo se relacionan las representaciones internas con las representaciones externas y viceversa, sin reducir el asunto al clásico problema del dualismo mental (ARIEVITCH, 2017). Esto implica describir el sistema de actividad por el cual se manifiesta la movilidad de conocimientos. No obstante, la literatura deja un vacío en la descripción de dicho mecanismo y se limita a visiones centradas en la representación.

Como cualquier otra actividad mental, el sistema de actividad de la movilidad de conocimientos está compuesta por un conjunto de acciones que tienen

estructura y funcionalidad. Asumo que describir las acciones —su estructura y funcionalidad— que integran la movilidad de conocimientos nos permitirá contar con el sistema de actividad que caracteriza la manifestación de la movilidad de conocimientos como actividad verbal. Por ende, el objetivo de este escrito es caracterizar la movilidad de conocimientos exponiendo las acciones mentales que constituyen este sistema de actividad.

El trabajo se divide en cuatro secciones. En la primera se expone lo que se entiende, en consenso tácito, por movilidad de conocimientos siguiendo los trabajos clásicos en psicología del aprendizaje (KARMILOFF-SMITH, 1992; POZO, 2001, 2011, 2017) y en filosofía cognitiva (MIŠČEVIĆ, 1992, 2022). En la segunda, se exponen las limitaciones y problemas con relación a las clásicas concepciones de movilidad de conocimientos. La tercera parte presenta la propuesta de las acciones mentales que describen y caracterizan el sistema de actividad de la movilidad de conocimientos y su manifestación por medio del lenguaje, se enfatiza la relación del control y compromiso activo al movilizar conocimientos. En la cuarta, se escriben las conclusiones para proyectar posibles vías de reflexión desde este escrito.

2 Movilizar conocimientos: una actividad de verbalización

En la concepción clásica, la movilidad de conocimientos se manifiesta por la expresión verbal al explicitar aprendizajes (MIŠČEVIĆ, 1992, 2022; POZO, 2001, 2011), por lo que se inscribe en las relaciones dinámicas entre representaciones internas y externas del conocimiento. Significa que movilizar conocimientos es externalizar representaciones previamente aprendidas. Desde esta visión, es una actividad mental que se manifiesta exclusivamente mediante el lenguaje. La actividad de movilizar propicia la adquisición, el desarrollo y refinamiento de conocimientos.

Movilizar aprendizajes es una actividad en la que ideas y conocimientos implícitos, de naturaleza tácita, se hacen explícitos y se verbalizan (CLEMENT, 1994, 2003, 2009, 2022) con alguna finalidad o función. La actividad de movilizar opera con conocimientos aprendidos e interiorizados, organizados como representaciones internas (POZO 2001; 2011; 2017). Al verbalizar para construir las representaciones externas, es necesario un mayor nivel de consciencia para completar el proceso de explicitación (KARMILOFF-SMITH, 1992). Regularmente se

piensa que de manera intuitiva y espontánea los conocimientos implícitos se constituyen en representaciones explícitas y verbalizadas (GENDLER, 2010; MIŠČEVIĆ, 2007, 2022; NERSESSIAN, 2010; POZO, 2001, 2017). Así, la intuición es el mecanismo por el cual se conjeturan e infieren conclusiones útiles para verbalizar y explicitar conocimientos.

2.1 Movilidad de conocimientos, niveles representacionales y modelización

La idea de movilidad es progresiva, desde lo implícito inconsciente a lo explícito y consciente. Un par de concepciones estructuradas son las estudiadas por Pozo (2001, 2011, 2017) —visión propia de la psicología cognitiva del aprendizaje— y Miščević (1992, 2007, 2022) —una explicación naturalista desde la modelización.

Pozo, siguiendo la teoría de las redescripciones representacionales de Karmiloff-Smith (1992), emplea la idea de movilizar los resultados de un aprendizaje a diversas situaciones. Aunque no define lo que es movilizar el conocimiento, proporciona elementos para entrever la movilidad con un carácter dinámico, ligada a la transferencia de los resultados del aprendizaje a otras situaciones (POZO, 2001, 2011, 2017). En esta concepción, movilizar es cambiar los conocimientos desde las estructuras de conocimientos inconscientes hacia la verbalización explícita y consciente. Expone niveles progresivos de explicitación representacional en los que están inmersos procesos de recuperación y transferencia: implícito (I), explícito no consciente (E1), explícito consciente y no verbalizado (E2), explícito consciente y verbalizado (E3).

En el nivel implícito (I) se opera con representaciones internas empleadas para llevar a cabo procedimientos, por lo que no están disponibles para tareas cognitivas de verbalización. Son representaciones de naturaleza encarnada. El nivel E1 opera con representaciones simbólicas disponibles en la memoria, pero no son conscientes; tienen valor cognitivo cuando son recuperadas y relacionadas por las representaciones explícitas E2 y E3. En el nivel explícito E2, las representaciones internas son conscientes; sin embargo, no se expresan en formatos lingüísticos, sino que se movilizan a través de diagramas. El nivel E2 opera con representaciones internas que, al descomponer la representación en sus partes constituyentes, se emplean en tareas cognitivas de construcción de representaciones externas (diagramas). En el nivel E3,

una persona puede informar lingüísticamente sobre la representación externa, sus componentes y las transformaciones realizadas a la representación.

Cabe aclarar que la teoría de la redescrición representacional conlleva modificar, reconstruir y reestructurar el conocimiento. Una representación implícita sobre un hecho del mundo se redescibirá y re-representará con una estructura distinta en el nivel E3 en comparación a niveles implícitos. Sin embargo, la transformación del conocimiento no es movilizar, sino una redescrición de la representación (KARMILOFF-SMITH, 1992), por lo que la caracterización de movilidad de Pozo está incompleta. Más adelante se expone como un problema de reduccionismo.

Por su parte, Mišćević (2000, 2007, 2022) explica la movilidad desde una visión naturalista y de modelización, donde la intuición es el mecanismo explicativo de la movilidad. La intuición es la “respuesta que produce una creencia fenomenológicamente inmediata, acompañada de un sentimiento de obviedad y certidumbre” (MIŠĆEVIĆ, 2000, p. 88) y, en consecuencia, solo será posible reconocer los resultados de la intuición, mas no su proceso subyacente (MIŠĆEVIĆ, 2007).

Siguiendo a Mišćević, la movilidad de conocimientos en el aprendizaje de las ciencias implica tres estados cognitivos intuitivos: acumulación de ejemplos, *insight* ligado e *insight* universal. Acumular ejemplos es asociar contenidos a diversos casos, creando un contexto intuitivo cercano a las experiencias en las que nacen las intuiciones. Este estado cognitivo es relacional y genera expectativas sobre el comportamiento de los hechos del mundo, las cuales constituyen el *insight* ligado. Las expectativas implícitas se transforman en contenidos proposicionales mediante juicios de verdad aparente (*insight* universal).

Mišćević (2000, 2007) argumenta que el conocimiento tácito se vuelve proposicional y explícito al aplicar conscientemente representaciones estructuradas a problemas concretos. Las representaciones facilitan explicitar verdades como juicios modales. Sin embargo, la propuesta de Mišćević, al igual que la de Pozo, está incompleta al carecer de un modelo claro que explique cómo se traducen las representaciones internas en representaciones externas. Mišćević (2007) reconoce el carácter elusivo de los mecanismos intuitivos.

Aquí es preciso detenernos y realizar algunas acotaciones a la visión clásica de movilidad:

1. Movilizar aprendizajes es una actividad espontánea y propia del proceso de aprendizaje centrado en las representaciones.
2. Movilizar conocimientos es una actividad que consiste en generalizar y transferir conocimientos.
3. Movilizar aprendizajes con eficacia es producto de la acumulación de experiencias intuitivas que brindan las prácticas por ensayo y error.

Las acotaciones previas, derivadas de la concepción clásica, exponen la movilidad de conocimientos cual actividad con propiedades espontáneas e intuitivas y que, si bien tiene estructura y función, carece de implicaciones didácticas que no logran trascender el discurso que confunde la movilidad con otras actividades cognitivas como generalizar, transferir y aplicar conocimientos. Estas últimas actividades se conforman por integrar procesos sociales y cognitivos bien definidos (LOBATO; HOHENSSE, 2021). Es posible movilizar conocimientos sin transferirlos, generalizarlos o aplicarlos a nuevas situaciones, pero no es posible transferir, generalizar y aplicar conocimientos sin movilizar aprendizajes previamente.

Circunscribir la movilidad a la concepción clásica exige entenderla desde la integración dinámica entre representaciones intuitivas (implícitas e inconscientes) y explícitas, esto es, movilizar ocurre de manera espontánea durante el aprendizaje. Sin embargo, la movilidad como actividad se puede entrenar y potenciar con base en el desarrollo de habilidades de ejecución de las acciones que integran la movilidad. Como cualquier otro proceso mental, para potenciar el uso cognitivo de la movilidad es preciso trascender el mentalismo exclusivo de la relación espontánea entre representación interna y externa por medio de estudiar la acción y el sistema de actividad que la constituye.

3 El problema con la movilidad de conocimientos

Hay dos problemas con la concepción clásica de la actividad de movilizar conocimientos. Por un lado, la reducida claridad al caracterizar la movilidad. Creemos entenderla y hacemos de la actividad un término comodín. Este problema se refleja en las acotaciones 1 y 2 de la sección anterior. Se emplea ‘movilidad del conocimiento’ en el discurso docente y académico para referirse a la transferencia y aplicación de aprendizajes en contextos diferentes a los de enseñanza; en la misma

línea, se confunde con generalizar lo aprendido. Por otro lado, el problema de entenderla como actividad espontánea e intuitiva, lo que se refleja en las afirmaciones 1 y 3. Movilizar lo aprendido ocurre en automático, es decir, es una actividad intelectual intuitiva, involuntaria e irreflexiva, aun cuando no se propicia y desarrolla intencionalmente en el aula.

3.1 El reduccionismo del aprendizaje

Al describir la movilidad de conocimientos como la actividad de externalizar representaciones internas de naturaleza implícita por medio del lenguaje, se olvida que las representaciones emergen en situaciones de aprendizaje mediadas por el ambiente natural, social y cultural (ARIEVITCH, 2017). La explicación clásica es mentalista e incompleta. Se focaliza el mecanismo de la movilidad en el contenido de la representación (mentalismo), olvidando las acciones involucradas con la movilidad. Se expone la progresión y complejidad evolutiva de las representaciones desde el pensamiento inconsciente y no verbalizado, hacia la representación externa, consciente y verbalizada.

El problema consiste en reducir el aprendizaje al mentalismo, sin considerar la relación natural entre representaciones y las acciones que se efectúan con ellas. Kuhn (1989) explica que la dualidad de actividades asociadas con distintos grados de metacognición, como la movilidad, exige asociar la reflexión consciente y el control deliberado y no solo el contenido representacional.

A partir de estudiar diferencias en el pensamiento científico entre científicos, adultos legos y niños, Kuhn (1989) desarrolla un marco conceptual en el que el pensamiento del científico consiste en procesos asociativos y controlados entre teoría y evidencias científicas. La diferencia sustancial en el pensamiento científico entre expertos y legos va más allá de verbalizar las discrepancias entre teorías y evidencia. El experto establece criterios explícitos para evaluar la evidencia y la teoría científica como dos entidades diferentes sin caer en prejuicios. Kuhn resalta que estos sujetos suelen poner atención en la, o falta de, variación de la evidencia que evalúan, y desde allí comienzan a elaborar inferencias causales. Otra de las diferencias sustanciales es el control sobre las variables. Cuando niños y legos centran la atención en los efectos de una variable, pierden el control en el resto de

las variables. En síntesis, las diferencias entre científicos, legos y niños se explican por las acciones que se efectúan con las teorías y evidencias científicas, y el control que se tiene sobre tales acciones.

Otro problema al reducir la acepción de aprendizaje en las ciencias al explicar la movilidad de conocimientos como mero proceso de explicitación de representaciones inconscientes y no verbalizadas, es restringir la movilidad de aprendizajes al procesamiento individual de información. En la actualidad, existen modelos de aprendizaje que extienden la aplicación de lo aprendido a sistemas colectivos de conocimiento y sistemas sociales de actividad (LOBATO; HOHENSSE, 2021), resaltando el carácter sociocultural del aprendizaje. Aquí reflexionamos de dos maneras:

1. Si bien la movilidad de conocimientos no tiene como objeto las prácticas de los sistemas sociales de actividad como en los modelos de aprendizaje colectivo (LOBATO; HOHENSSE, 2021), sí le es propio el intercambio de sentidos y significados sociales del conocimiento. Movilizar conocimientos es parte de la complejidad que caracteriza interiorizar, negociar, producir y aprender ciencias en espacios determinados por aspectos históricos y socioculturales.
2. La movilidad de conocimientos, al tratar con representaciones producto de la historia cultural y social, requiere mediación para lograr la interiorización del saber humano (ARIEVITCH, 2017). La movilidad nos hace partícipes de la cultura antes que ser partícipes de la transformación y evolución de la cultura.

Con respecto a la mediación, es preciso enfatizar que es constitutiva de la movilidad de conocimientos. Desde la tradición histórico-cultural y dialéctica (DAVYDOV, 1986; VYGOTSKY, 2010; TALIZINA, 2008; STETSENKO, 2016), el conocimiento no es una entidad privada que la persona externaliza, y sí un producto y medio de la actividad humana situada histórica y culturalmente. Las representaciones que se movilizan no preexisten al margen de las prácticas sociales que las generan; emergen, se desarrollan y adquieren sentido en el curso de actividades colectivas mediadas por herramientas semióticas y materiales (ARIEVITCH, 2017; STETSENKO, 2016). Afirmar que la movilidad de conocimientos requiere mediación significa que las acciones mentales que la

integran tienen su origen en formas compartidas de actuar con otros, que se interiorizan progresivamente (SOLOVIEVA, 2019; TALIZINA, 2008). Movilizar conocimientos científicos escolares es, en este sentido, apropiarse de modos culturalmente contruidos de operar con el saber, y no un traslado individual de contenidos representacionales.

3.1.1 Movilidad, transferencia y generalización del conocimiento científico escolar

La relación de la movilidad con otras acciones y actividades intelectuales para completar tareas conduce a la necesidad de distinguir la función de la movilidad de conocimientos respecto a la transferencia de aprendizajes y la generalización. En la transferencia de aprendizajes, el propósito está en la transformación de la estructura organizacional de la clase (BARNETT; CECI, 2002; LOBATO; HOHENSSE, 2021). Barnett y Ceci (2002) demuestran que la transferencia es de naturaleza disciplinaria, del interés de profesores y políticas educativas, y tiene poco menos que ver con dominios de conocimientos y acciones mentales.

La transferencia de conocimientos es una visión en la que se construyen relaciones semánticas del contenido; es por la similaridad y semejanza entre situaciones de aprendizaje que se logran establecer correlaciones (LOBATO; HONSEE, 2021). Los cambios entre dos experiencias educativas son superficiales (LOBATO; HOHENSSE, 2021; PERKINS, 2009), por lo que el aprendizaje se distribuye en diversas situaciones de aprendizaje. Esto es evidenciado en trabajos donde la representación multimodal propicia complejizar y enriquecer la comprensión científica de temas complejos como el cambio climático (ZONA-LÓPEZ et al., 2023) y autorregular y superar los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de la evolución (PÉREZ et al., 2023).

Por su parte, generalizar conocimientos es una actividad mental de distinta naturaleza a la transferencia (DAVYDOV, 1986; TALIZINA, 2008; VYGOTSKY, 2010). El objeto de generalizar un conocimiento es construir relaciones progresivas entre conocimientos y los objetos que representan, tal que se internaliza la esencia del conocimiento (DAVYDOV, 1986). Esto es, generalizar conocimientos es un acto verbal del pensamiento que refleja cómo los hechos del mundo son asumidos como realidad, independientemente de la sensación y percepción (VYGOTSKY, 2010) de tales hechos del mundo.

En síntesis, movilizar conocimientos se distingue de los términos generalizar y transferir conocimientos por la funcionalidad. La transferencia de aprendizajes refiere a la construcción de relaciones semánticas entre situaciones de aprendizaje, donde los conocimientos son el objeto de la interacción social. Generalizar, en sus distintos niveles de logro, pretende establecer relaciones entre lo aprendido y el objeto representado. En tanto que la transferencia requiere de semejanzas superficiales y contextuales, generalizar significa construir relaciones lógicas entre representación y objeto representado, tal que al final terminan siendo reglas o leyes que representan la realidad. La movilidad de conocimientos científicos es una actividad emergente en situaciones de aprendizaje cuyo objeto es la transferencia, la generalización, aplicación o progresión de aprendizajes. Es decir, movilizar conocimiento es una actividad emergente con la función de dotar a los aprendizajes con carácter dinámico para cumplir distintas tareas cognitivas.

3.2 Los problemas con la intuición

El pensamiento intuitivo es la fuente de la heurística del pensamiento racional cuando se efectúan distintas tareas cognitivas (CLEMENT, 2022; GENDLER, 2010; MIŠČEVIĆ, 2007, 2022; NERSESSIAN, 2002, 2010). Las intuiciones son ideas y acciones implícitas a las cuales adjudicamos carácter auto justificado, evidente y de verdad. No se sabe cómo se hace explícita una idea implícita, pero sí sabemos que el pensamiento intuitivo se alimenta de las experiencias, de la práctica y del desarrollo de una habilidad (CLEMENT, 1994, 2003, 2009; GENDLER, 2010; MIŠČEVIĆ, 2007; NERSESSIAN, 2002, 2010; RUVALCABA CERVANTES et al., 2021). Lo mismo ocurre con ideas verbalizadas. Se ha reportado que las conclusiones verbalizadas por profesores y estudiantes al resolver problemas de física, por ejemplo, no necesariamente se derivan del proceso mental de modelización y sí a partir de enunciar y afirmar conocimientos previos (ASIKAINEN; HIRVONEN, 2014; RUVALCABA CERVANTES; RUIZ; QUINTERO, 2022).

Asumir la intuición como mecanismo explicativo de la movilidad de conocimiento manifiesta que carecemos de un modelo explicativo o caracterización de las acciones mediante las cuales los docentes y estudiantes movilizan conocimientos. Considerando que movilizar es una actividad emergente con diversas funciones para completar tareas

cognitivas, es preciso entender que se trata de un sistema de actividad que involucra acciones con estructura, y no se puede asumir que se despliega en automático. Al contrario, es una *respuesta no-automática* (ARIEVITCH, 2017).

Lo que se quiere decir es que la intuición como mecanismo explicativo es una solución que explica la movilidad de conocimientos como un proceso cognitivo automático y espontáneo. Si esto fuera así, bastaría con ampliar el número de experiencias de docentes y estudiantes con un contenido en diversas situaciones de aprendizaje. No obstante, muchas de las concepciones iniciales y saberes previos, cercanas al pensamiento intuitivo, permanecen luego de las intervenciones didácticas (VOSNIADOU, 2014). Las situaciones de aprendizaje con múltiples representaciones contribuyen a generalizar y transferir el contenido de los aprendizajes (TALIZINA, 2008), más no acciones y actividades mentales (ARIEVITCH, 2017; DAVYDOV, 1986; GALPERIN; ENGENESS, 2023). De allí la confusión con la movilidad, y la reducción de la movilidad de conocimientos al contenido, dejando de lado la interacción representación-acción.

La asunción de la intuición como mecanismo explicativo reduce a comprender la movilidad de aprendizajes exclusivamente en el contenido de las representaciones como una cognición *mágica* que, tal y como afirman las posturas de Miščević (2000, 2007, 2022) y Pozo (2011, 2017), proporcionan al estudiante la sensación de ser ideas nuevas al momento de explicitarlas y, por tanto, permiten reaprender sobre los hechos del mundo.

4 Acciones que integran la movilidad de conocimientos

El propósito aquí es caracterizar la movilidad de conocimientos científicos escolares en los términos de la actividad agencial, (ARIEVITCH, 2017). En este enfoque, la unidad de análisis es la actividad intelectual integrada por acciones cognitivas, contenido de las representaciones implicadas en las acciones, y el ambiente natural y cultural que envuelve la actividad. Por lo tanto, caracterizar significa exponer las acciones que integran la movilidad entendiendo que las acciones no son una respuesta automática a los estímulos que provee una situación de aprendizaje. Al contrario, movilizar conocimientos es una actividad que exhorta orientación y control sobre las propias ideas y lo que se hace con ellas. Las acciones que integran la movilidad de

conocimientos son puntuales y precisan de un control que se va refinando al experimentar un control creciente y ordenado.

Antes de caracterizar las acciones que integran la movilidad de conocimientos es preciso exponer cómo son orientadas tales acciones mentales para identificar los contextos en los cuales emerge la movilidad de conocimientos.

4.1 Orientación, control y compromiso activo al movilizar conocimientos

La movilidad ocurre de manera espontánea durante el aprendizaje; no obstante, solo deviene eficaz cuando el agente la orienta y la controla de modo deliberado, lo que la transforma de acto intuitivo en una actividad intelectual reflexiva y dirigida.

La movilidad de conocimientos integra la acción y la representación que emerge de la acción. Si bien es espontánea, no es un proceso mental mágico (ARIEVITCH, 2017), requiere orientación, control y compromiso activo. La orientación y control de la actividad *movilizar conocimientos* poseen estructura y función, y están integradas por el compromiso activo (ARIEVITCH, 2017; GALPERIN et al., 2023).

Orientación de las acciones. La movilidad de conocimientos se lleva a cabo con el fin de emitir conclusiones, desarrollar explicaciones científicas, argumentar, construir una pregunta investigable, valorar el conocimiento previo, conjeturar hipótesis, diseñar experimentos escolares, construir y analizar la validez de la evidencia científica, poner a prueba las teorías y la realidad posible de los hechos del mundo. Para que los conocimientos se muevan hacia el logro de la tarea, la actividad y sus acciones necesitan orientarse, guiarse hacia la meta (ejecutar con éxito la tarea). En consecuencia, la función de orientar la movilidad de conocimientos es una mediación doble. Por un lado, la orientación guía la movilidad de conocimientos, guía los pensamientos y actos del agente y sus interacciones con la tarea y las representaciones emergentes. Por otro lado, la orientación es una mediación de la interacción entre el agente y la tarea, tal que favorece la autorregulación, integrando acciones mentales (parámetros descritos) en una compleja actividad mental: movilizar conocimientos.

La orientación tiene estructura (ARIEVITCH, 2017; SOLOVIEVA, 2019): meta; dirección; condición de la acción; evaluación mediadora; esquema orientador; monitoreo y corrección.

- a) Meta: está asociada a las motivaciones y propósitos que el estudiante o docente otorga a la movilidad, desde resolver un problema, hasta emitir juicios sobre la validez de conclusiones y/o soluciones. Establece el por qué y para qué movilizar conocimientos.
- b) Condición de la acción: de acuerdo con Arieviditch (2017), el desarrollo de las acciones conlleva la necesidad de reconocer y evaluar el escenario en el cual el agente actuará. Previo a la movilidad de conocimientos, el estudiante o docente reconoce, en el contexto de la tarea, los recursos a disposición para cumplir con éxito las acciones que integran la movilidad de conocimientos. Se despliegan la consciencia de las posibles oportunidades, restricciones y obstáculos para realizar las acciones de movilidad.
- c) Esquema orientador: consiste en el plan y decisiones de acción. Es una guía de acción que integra las condiciones, metas y control de la acción. Son un mediador de la interacción entre el agente y la acción. Esto es, el esquema orientador es la guía, el paso a paso, que ayuda al estudiante a dirigir y controlar sus acciones de movilidad de conocimientos en función de las condiciones de acción y metas.
- d) Dirección: manifiesta el sentido y orden en el cual las acciones (parámetros) para movilizar los conocimientos son ejecutadas. Es la expresión del esquema orientador, de manera que el esquema orientador (la guía de cómo movilizar conocimientos) está presente para mantener en el nivel consciente la actividad que se realiza. Los parámetros no representan una secuencia lineal definida.
- e) Evaluación mediadora: La evaluación mediadora es un proceso de comparación constante entre los parámetros de movilidad deseados (meta, esquemas orientador y dirección de la acción) y las acciones realizadas. La evaluación mediadora es un ciclo de reflexión para iterar ideas sobre las acciones de movilidad. Cada vez que se iteran las ideas se evalúa el control, el logro y la eficacia de las acciones al movilizar conocimientos.
- f) Monitoreo y corrección: de acuerdo con los resultados que arroja la evaluación mediadora se monitorea la eficacia de la movilidad y las representaciones emergentes. En caso de ser necesario, se corrigen las

acciones de los parámetros de movilidad. El esquema orientador cobra relevancia aquí para corregir las acciones y evitar errores en la movilidad de conocimientos. Al respecto, el trabajo de Pérez et al., (2023) ejemplifica con eficacia el uso —por parte de los estudiantes al resolver problemas sobre evolución— de esquemas gráficos para evitar obstáculos epistemológicos en los procesos de aprendizaje.

Control y regulación de las acciones. La estructura de la orientación propicia procesos de reflexión que se traducen en autorregulación y control de las acciones de movilidad de conocimientos. Esto involucra la existencia de niveles de movilidad en función del control logrado. No ocurre un control lineal, sino control del conjunto de acciones. Los niveles de movilidad tienen que ver con la adquisición, el desarrollo y la maduración del control de la movilidad. Por tanto, el control tiene propiedades: es progresivo; exige mediación normativa; implica agencia.

- a) Control progresivo. Quiere decir que las acciones de movilidad son más controladas y autorreguladas conforme se logra transitar de la sola actividad de movilizar, hacia la construcción de esquemas orientadores, a la supervisión y corrección de las acciones durante la ejecución, hasta alcanzar una acción fluida y coordinada. Tal transición no ocurre por acumulación de experiencias y el autoajuste de la acción por prueba y error, sino por una mediación intencional y normativa que ayuda a orientarse en la acción. Significa que la movilidad de conocimientos precisa ser una actividad colectiva y guiada por los docentes para lograr el desarrollo y maduración de consciencia y percepción de la estructura dinámica de la movilidad de conocimientos. Es por la acción colectiva en la interacción estudiantes-docentes que se aprende a desarrollar la habilidad de autoajustar y corregir las acciones mentales necesarias para movilizar conocimientos científicos.
- b) Mediación normativa. La movilidad precisa de herramientas mediadoras para que las acciones de la movilidad adquieran un significado y control progresivo. Los esquemas orientadores guían y ayudan a los agentes a

movilizar los conocimientos, pero desde el enfoque de la actividad agencial, un mediador no solo es instrumento semiótico (ARIEVITCH, 2017), los esquemas orientadores son más que guías y representaciones de cómo movilizar conocimientos paso a paso. Una mediación implica partir de una serie de acciones realizadas en conjunto con otros (compañeros de clase o docentes) con el propósito de aprender a movilizar conocimientos y dar significado a dicho esquema. Son estos significados dados al esquema de cómo movilizar los conocimientos los que se interiorizan como acciones de movilidad de conocimientos.

- c) La agencia. Cuando el agente aprende, por mediación en la interacción con otros, que movilizar conocimientos es una actividad con estructura, dirigida e intencional, también reconocerá como propia esa estructura al orientar su movilidad de conocimientos. La agencia implica que el individuo tiene la habilidad para reconocer las situaciones, finalidades y contextos en los que necesita movilizar conocimientos de manera controlada.

Compromiso activo. La orientación y el control operan cuando el agente se involucra de manera intencional, consciente y dirigida en las acciones mentales que integran la movilidad. El compromiso activo exige al estudiante o docente implicarse en acciones con fines específicos (ARIEVITCH, 2017) de explorar, reflexionar, evaluar, comprender y controlar su propia actividad de movilización, en lugar de limitarse a enunciar lo que ya sabe. Es lo que transforma una secuencia de acciones orientadas y controladas en una actividad genuina de movilizar conocimientos; sin compromiso activo, la orientación queda como una guía externa y el control como una corrección mecánica (SOLOVIEVA, 2019). Por ello, junto con la orientación —estructura de la movilidad— y el control —regulación de la movilidad—, el compromiso activo es la condición que integra los parámetros en el sistema de actividad de la movilidad de conocimientos.

De acuerdo con Arieivitch (2017, p. 40), “desde la perspectiva de la actividad agencial, los procesos psicológicos no son ‘objetos’ aislados, son propiedades emergentes de la interacción del agente con su mundo externo”. Lo que implica defender aquí la movilidad de

conocimientos en términos de acciones, de los actos de un agente (estudiante o docente) sobre y con el conocimiento. Se proponen, a continuación, parámetros de acciones que, en conjunto, integran el sistema de actividad de movilidad de conocimientos en el aprendizaje de las ciencias. Los parámetros aquí expuestos son producto de trabajo empírico (RUVALCABA CERVANTES, 2020; 2025; RUVALCABA CERVANTES; QUINTERO, 2022; RUVALCABA CERVANTES et al., 2021) y reflexiones teóricas (RUVALCABA CERVANTES, 2024; RUVALCABA CERVANTES et al., 2021) en las que se reflexionan sistemas de actividad para movilizar conocimientos al ejecutar experimentos mentales de caída libre y transformar ficción climática en problemas climáticos escolares.

4.2 Parámetros de acciones de la movilidad de conocimientos

Los parámetros que a continuación se exponen son producto del análisis cualitativo de reportes de pensamiento en voz alta y entrevistas retrospectivas de profesores de física que resolvían experimentos mentales de caída libre (RUVALCABA CERVANTES, 2020; RUVALCABA CERVANTES et al., 2021). Las expresiones que exteriorizaban las acciones de los docentes se organizaron en categorías fundamentadas en los datos y se refinaron por comparación constante hasta conformar los parámetros que aquí se describen. Posteriormente, la caracterización se contrastó y amplió en otro dominio y con otros agentes —profesores de biología que transformaron ficción climática en problemas científicos escolares (RUVALCABA CERVANTES, 2024, 2025)—. De este modo, la propuesta articula evidencia empírica en una reflexión teórica: los datos delimitan las acciones que se observan al movilizar conocimientos, y el enfoque de actividad agencial (ARIEVITCH, 2017) aporta la unidad de análisis y los conceptos —orientación, control y compromiso activo— que las vuelven inteligibles como sistema de actividad.

Se exponen como parámetros o indicadores de acciones, ya que cada acción intelectual manifiesta matices propios de la función (argumentar, preguntar, explicar, conjeturar o probar hipótesis, generalizar, transferir o aplicar aprendizajes) de la movilidad de conocimientos, de la disciplina, contenido científico objeto de movilización, de la tarea o situación de aprendizaje, y de la experiencia y control que el estudiante/docente posee sobre la actividad. Significa que los parámetros no precisan regularidades universales de la actividad mental, dado que las acciones mentales están relacionadas con “los niveles de interacción

situada entre el agente activo y el entorno” (ARIEVITCH, 2017, p. 41). Los parámetros no indican acciones consecutivas y causales expresadas al movilizar conocimientos. Las acciones ocurren en orden simultáneo y diverso. Los parámetros revelan acciones que, en conjunto, evidencian la emergencia de movilidad de conocimientos. Es necesario enfatizar que (1) las acciones se expresan de manera integrada para denotar movilidad de conocimientos y (2) la movilidad se manifiesta integrada con otras actividades mentales. Se emplea el término ‘parámetros’ —en lugar de pasos o etapas— para subrayar que no constituyen una secuencia lineal ni regularidades universales, sino acciones cuyos matices y emergencia dependen de la tarea y el contexto.

Los parámetros no describen operaciones cognitivas individuales aisladas del mundo social y cultural. El enfoque de la actividad agencial se sostiene de la mirada dialéctico-materialista (DAVYDOV, 1986; TALIZINA, 2008; SOLOVIEVA, 2019; STETSENKO, 2016; VYGOTSKY, 2010), por lo que las acciones mentales que integran la movilidad tienen su origen en actividades colectivas culturalmente mediadas y se interiorizan a partir de formas compartidas de actuar con otros (SOLOVIEVA, 2019). Por ello, cada parámetro debe leerse en un doble sentido: como acción de un agente y como apropiación de un modo histórico-culturalmente construido de operar con el saber. Los dominios de referencia que emergen al movilizar conocimientos están cargados de la historia de su aprendizaje y de las prácticas en que fueron construidos; la integración de elementos obedece a modelos, leyes y criterios científicos que son productos culturales. La orientación, el control y el compromiso activo se integran por la mediación normativa de la movilidad de conocimientos científicos, lo que solo ocurre en la interacción con otros o con herramientas semióticas y culturales (SOLOVIEVA, 2019; STETSENKO, 2016; VYGOTSKY, 2010). En consecuencia, lo social y lo cultural no envuelven externamente la movilidad de conocimientos, la constituyen, pues es en la mediación donde estas acciones se forman, adquieren sentido y se vuelven progresivamente conscientes y controladas. La movilidad emerge como actividad en las situaciones de aprendizaje o tareas que exigen dinamizar los saberes y cambiarlos de posición; las representaciones, por su parte, emergen de la interacción entre el agente y su entorno y no preexisten como entidades internas que luego son externalizadas (ARIEVITCH, 2017; STETSENKO, 2016).

Los parámetros se relacionan con la orientación descrita en el apartado 4.1; los siguientes siete parámetros son las acciones constituyentes con las que se moviliza, mientras que la orientación es la estructura que las regula. Esta opera como una mediación doble, guía los pensamientos del agente hacia la meta y, a la vez, favorece controlar y autorregular la integración de parámetros en la actividad '*movilizar conocimientos*'.

1. *Emergencia de dominios de referencia.* A la actividad de movilizar aprendizajes subyace la asunción de un conjunto de referentes interiorizados. Los distintos sistemas de representación y actividad emergen por mediación de las situaciones de aprendizaje, las tareas cognitivas por realizar, o cualquier otra herramienta cultural, material o simbólica, que exhorta a movilizar los conocimientos. Es importante acentuar que los dominios de referencia son más que contenidos representacionales, involucran la historia cultural, la interacción dialéctica entre cultura y agente en los procesos aprendizaje, y de las actividades y acciones efectuadas con las representaciones de referencia.
2. *Operatividad con los dominios de referencia.* Con los sistemas de representaciones y actividades que emergen, de acuerdo con lo que el estudiante dispone y considera necesario para iniciar y completar la tarea encargada, se operativizan acciones para suprimir, inhibir y suspender las representaciones y acciones emergentes. De manera simultánea, las representaciones y acciones emergentes se filtran y se abstraen la información que el estudiante o docente considera indispensables para iniciar, desarrollar, completar y evaluar la tarea. Conforme se logra mayor control y consciencia para movilizar conocimientos, el agente explicita los criterios utilizados para filtrar y abstraer información desde los sistemas de acción y representacionales de referencia. Por ejemplo, se ha reportado (CLEMENT, 2022; VOSNIADOU, 2014) cómo los expertos, a diferencia de los novatos, inhiben y suspenden las representaciones internas iniciales que activan, y abstraen la información requerida para solucionar problemas sobre gravedad. De igual manera, los docentes de física (RUVALCABA CERVANTES; QUINTERO, 2022) activan conocimientos de distintos referentes y abstraen los elementos necesarios para ejecutar experimentos mentales de caída libre.

3. *Integrar elementos y acciones.* Los elementos que se abstraen desde los referentes se integran de acuerdo con criterios impuestos por la tarea y el agente. Integrar los elementos es una acción que se manifiesta al explicitar restricciones, variables y determinar las condiciones de validez para la información integrada. Esto se refleja, por ejemplo, en trabajos en los cuales los docentes establecen variables para ejecutar experimentos mentales (RUVALCABA CERVANTES, 2020), y en tareas en las que los estudiantes determinan relaciones entre lo conocido y desconocido para construir preguntas (CHAMIZO; RÍOS-LÓPEZ, 2017), o aquellas en las que los estudiantes emplean herramientas (v. gr. mapas mentales) para vigilar y autorregular los obstáculos epistemológicos al aprender (por ejemplo, PÉREZ et al., 2023). Es preciso considerar que la organización de los elementos integrados obedece tanto a modelos, leyes y principios científicos escolares interiorizados, como a las interpretaciones y percepciones de los hechos del mundo *per se* (ARIEVITCH, 2017; CLEMENT, 1994, 2003, 2009; REINER; GILBERT, 2000; RUVALCABA CERVANTES; QUINTERO, 2022). El arreglo está en función del control que el estudiante o profesor tiene sobre la movilidad, tal que mayor control de la actividad implica integrar aprendizajes alrededor de un término, variable, acción o concepto nuclear. Lo que se manifiesta, por mencionar, en el control de las variables cuando los expertos vigilan el comportamiento de cada variable al resolver problemas (KUHN, 1989), al realizar experimentos (REINER; GILBERT, 2000) o construir preguntas investigables (CHAMIZO; RÍOS-LÓPEZ, 2017).
4. *Simulación mental.* Al integrar elementos referentes, emerge una representación interna que, tentativamente, responde a las necesidades de la tarea encargada. A partir de la representación recién ajustada o construida se denotan posibles consecuencias de relacionar determinados fragmentos de referencia. Es entonces que el agente se compromete de manera activa, es decir, dirige sus acciones mentales y pensamientos de manera intencional a conjeturar hipótesis, relaciones causales y explicaciones. Sus acciones tendrán el propósito de visualizar en la mente la viabilidad de la representación interna emergente. Al respecto, existen trabajos empíricos que, con base en entrevistas de pensamiento en voz alta y retrospectivas, evidencian el pensamiento reflexivo, el uso del lenguaje, generación e imágenes mentales y monitorean procesos de autorregulación al trabajar con grandes dilemas

- (CLEMENT, 2003, 2022; RUVALCABA CERVANTES, 2020, 2025). Simular en la mente es una acción que ayuda al agente a explicar de manera controlada, y explicitar de manera interna, lo que subyace a la situación que se le plantea en la tarea por resolver. Es decir, simular en la mente ayuda a explicar para sí lo que podría ocurrir o está ocurriendo con el hecho del mundo objeto de atención en la tarea encargada.
5. *Vigilar*. Al explicitar para sí los conocimientos que se están movilizando, se evalúa para vigilar cómo se integran (en la representación emergente) y reconocer las relaciones entre los conocimientos movilizados. El agente duda de la pertinencia de las relaciones establecidas para a) explorar otras posibilidades de integrar los conocimientos movilizados (por ejemplo, recuperar e introducir otros conocimientos o nuevos referentes), b) evaluar las consecuencias de cómo integró los conocimientos y decretar una conclusión, c) identificar otras posibles consecuencias y los criterios que las sustentan e integrarlas en su arreglo inicial. Vigilar es una acción autorregulatoria que acompaña toda la actividad: el agente compara la representación emergente con la meta y los criterios de la tarea, detecta inconsistencias y decide si itera la acción, recupera nuevos referentes o sostiene la conclusión. En los trabajos empíricos, este escepticismo controlado distingue al experto del novato, pues el primero pone a prueba la variación de la evidencia antes de concluir (CLEMENT, 2003; KUHN, 1989; RUVALCABA CERVANTES, 2020, 2025).
6. *Externalizar la representación*. Cuando el agente integra y evalúa los conocimientos movilizados en una representación interna, comunica la representación emergente. El formato de la representación externa es coherente y apropiado con la tarea; puede ser escrito, oral, icónico, o algún diagrama de flujo, mapa mental o cualquier otro formato pertinente con la demanda de la tarea. La elección del formato es esencial porque, al externalizar, el agente hace de su representación un objeto de revisión, propia y de otros. Distintos formatos hacen explícitas distintas relaciones (GÓMEZ GALINDO, 2026) —un diagrama puede comunicar dependencias que el discurso oral no declara—, por lo que la representación externa es multimodal y se ajusta a la disciplina y a la demanda de la tarea (CLEMENT, 2003, 2009; GALLEGOS-CÁZARES et al., 2022; GÓMEZ GALINDO, 2026; PÉREZ et al., 2023). Externalizar es el punto en que la actividad individual se hace social y queda disponible para la mediación del docente y los pares.

7. *Evaluación.* En todo momento el agente —estudiante/docente— vigila, autorregula y controla su actividad de movilizar conocimientos y cada una de las acciones que la constituyen. No obstante, externar y comunicar la representación favorece visualizar consecuencias y conclusiones aún no previstas. La evaluación de la representación emergente externalizada se efectúa contrastándola con la tarea asignada, con los criterios de la tarea y por la consistencia interna de la representación. La evaluación estimula que el agente se percate de haber finalizado la movilidad de conocimientos, de reconocer la necesidad de reiniciar la actividad de movilidad o iterar alguna acción. Evaluar permite cerrar o reabrir el ciclo: confrontada con la tarea y con los pares, puede revelar consecuencias no previstas que obligan a reiniciar la movilidad o a iterar una acción; es también el momento en que la mediación normativa resulta decisiva para que el agente reconozca acciones que aún no domina (TALIZINA, 2008; RUVALCABA CERVANTES, 2025; RUVALCABA CERVANTES et al., 2021).

Finalmente, conviene distinguir entre vigilar y evaluar, parámetros que podrían confundirse. Vigilar es la duda autorregulatoria que acompaña el proceso mientras que la evaluación compara el plan con la ejecución; vigilar ajusta la acción en curso y la evaluación juzga la consistencia del producto final externalizado en función de la tarea.

Haciendo énfasis, la movilidad de conocimientos científicos se caracteriza por ser una actividad compleja e integrada por acciones —descritas como parámetros— que un agente lleva a cabo de manera consciente e intencional con el propósito de completar tareas y satisfacer las demandas cognitivas que exigen.

4.3 Los parámetros en una tarea situada: el experimento mental de caída libre

Para ilustrar cómo los parámetros se materializan en una situación concreta se ejemplificará con una tarea con profesores de física de secundaria documentada en trabajos empíricos (RUVALCABA CERVANTES, 2020; RUVALCABA CERVANTES et al., 2021). La tarea consistió en ejecutar un experimento mental de caída libre, en el que se pide imaginar qué ocurriría con un objeto —una manzana— que cae por un túnel que atraviesa la Tierra de lado a lado. Al enfrentar la tarea, el docente no responde de manera automática. Primero emerge un dominio de referencia: la situación narrada activa conocimientos sobre gravedad, caída de los cuerpos y centro de masa, junto con la historia

de aprendizaje y las experiencias previas asociadas a esos conceptos, por decir la experiencia didáctica (RUVALCABA CERVANTES; QUINTERO, 2022). Enseguida el agente opera con ese dominio al filtrar y abstraer los elementos que considera pertinentes —la fuerza gravitatoria, la masa del objeto, la ausencia de resistencia del aire— e inhibir los que juzga irrelevantes. Al integrar esos elementos explicita restricciones y condiciones de validez (por ejemplo, suponer un túnel sin fricción y una Tierra de densidad uniforme) y organiza los conocimientos en torno a un concepto nuclear, la gravedad.

Sobre ese arreglo experimental el agente realiza una simulación mental: imagina el comportamiento del objeto al caer por el túnel y conjetura sus consecuencias, anticipando que la manzana aceleraría hacia el centro y oscilaría de un extremo a otro hasta detenerse en el centro de gravedad terrestre. Aquí se observa el compromiso activo, pues el agente dirige intencionalmente sus acciones a poner a prueba la viabilidad de su representación. Al vigilar, duda de las relaciones establecidas, introduce nuevos referentes y evalúa consecuencias no previstas. Al externalizar la representación —de forma oral en los casos documentados— se comunica en un formato coherente con la tarea. Al evaluar, se contrasta el resultado con los criterios de la tarea (conjeturar el comportamiento de la manzana en caída a lo largo del túnel) y con la consistencia interna del modelo, lo que les permite a los docentes reconocer si la movilidad ha concluido o requiere iterarse.

Los trabajos empíricos muestran, además, que cuando este proceso carece de orientación y control deliberados, los docentes tienden a enunciar los conocimientos que poseen sin explorar las consecuencias del experimento imaginado (RUVALCABA CERVANTES, 2020; RUVALCABA CERVANTES et al., 2022; RUVALCABA CERVANTES; QUINTERO, 2022). Por ejemplo, no exploran cómo la gravedad seguiría actuando sobre la manzana una vez que esta rebasa el centro de la Tierra. Este contraste confirma que la movilidad eficaz no es espontánea, sino una actividad que precisa mediación, orientación y compromiso activo.

Si bien el experimento mental fue ejecutado por los docentes en entrevistas individuales, la movilidad es una actividad de naturaleza sociocultural: los docentes proponen el escenario experimental y conjeturan en voz alta, discuten las restricciones y se corrigen de manera autorregulada, de modo que las representaciones emergentes son proyecciones hacia el exterior de las herramientas y sentidos semióticos de acciones mentales interiorizadas

propios de la cultura científica escolar (RUVALCABA CERVANTES; QUINTERO, 2022). La dimensión colectiva es la condición en que se constituyen las acciones mentales, pues es por la mediación con herramientas simbólicas y materiales y por la interacción social que el saber interiorizado deviene movilizado (DAVYDOV, 1986; SOLOVIEVA, 2019; STETSENKO, 2016; VYGOTSKY, 2010). En este sentido, proporcionar guías orientadoras para movilizar conocimientos a los agentes materializa la naturaleza sociocultural de esta actividad (RUVALCABA CERVANTES, 2025).

Se puede cuestionar que los parámetros de movilidad propuestos reducen la movilidad de conocimientos a una manifestación de las memorias de trabajo y a largo plazo para explicitar la información con fines representacionales complementarios (NERSESSIAN, 2002, 2010; POZO, 2001, 2011, 2017). De ser exclusivamente así, bastaría entrenar la movilidad de conocimientos con técnicas mnemotécnicas para recuperar, explicitar y comunicar conocimientos. Los parámetros de movilidad expuestos exigen concebir las acciones mentales en conjunto con la orientación de la acción (ARIEVITCH, 2017; RUVALCABA CERVANTES, 2025). Las características de tal orientación se expusieron en el apartado 4.1, donde se describe cómo se orientan las acciones mentales que constituyen la movilidad de conocimientos científicos escolares.

Para cerrar, la movilidad de conocimientos en la educación científica implica que el agente (estudiante/docente) aprenda a: a) conocer y aplicar los parámetros que le permiten movilizar conocimientos de manera consciente y regulada; b) construir esquemas orientadores que den significado y control a la movilidad de conocimientos; c) desarrollar acciones y habilidades de control, supervisión y corrección de la movilidad.

5 Consideraciones finales

El texto tiene como objetivo caracterizar acciones mentales que integran la actividad de movilizar conocimientos científicos escolares. En el apartado cuatro se expusieron dichas acciones. Los parámetros de movilidad comienzan en describir lo que se imagina, recuperar información de la memoria, buscar relaciones entre elementos de las representaciones emergentes iniciales, fijar una expectativa o hipótesis, ponerla a prueba variando las circunstancias de la tarea y evaluar el resultado. Al movilizar conocimientos científicos se opera con saberes teóricos, experienciales y de sentido

común mediante acciones del pensamiento en diversas situaciones, desde las imaginarias hasta las ubicadas en contextos reales de aprendizaje.

El alcance de la propuesta es discutir una explicación que dé cuenta de características de la movilidad de conocimientos para reconocer esta actividad cuando se manifiesta y, contar con elementos para propiciarla de manera explícita y efectiva. Esto es, tener un esquema orientador inicial para enseñar y aprender a movilizar conocimientos científicos.

Para terminar, conviene situar al profesor en el centro de la actividad de movilización. Si movilizar conocimientos científicos es una actividad mediada que se aprende en la interacción con otros, el docente no es un transmisor de información, sino quien orienta, modela y regula las acciones de movilidad hasta que los estudiantes las hacen propias. Su papel consiste en construir y compartir esquemas orientadores, en hacer visible la estructura de la actividad y en ceder progresivamente esa regulación a los estudiantes a medida que desarrollan agencia sobre sus propias acciones mentales (RUVALCABA CERVANTES, 2025).

Este rol conlleva desafíos concretos. El primero es de naturaleza epistemológica y disciplinar: promover la movilidad de conocimientos exige del docente un conocimiento de contenido sólido e integrado, pues solo así puede anticipar las dificultades de una tarea, evaluar la pertinencia de las relaciones que proponen los estudiantes y orientar la corrección de errores. La investigación empírica advierte que las limitaciones en el conocimiento de contenido de los profesores restringen la transformación y exploración de los escenarios de aprendizaje (McCONNELL; PARKER; EBERHARDT, 2013; RUVALCABA CERVANTES, 2025). Un segundo desafío es didáctico: diseñar tareas y mediaciones — experimentos mentales, preguntas investigables, representaciones múltiples— que exhorten a movilizar conocimientos de manera consciente y no meramente intuitiva. Un tercer desafío es la gestión de la actividad colectiva: sostener una interacción en el aula en la que la movilidad se ejerza, se discuta y se regule entre pares, de modo que la mediación normativa devenga apropiación cultural y no un mero seguimiento de pasos.

Reconocer estos desafíos abre vías de investigación futura: ¿cómo se desarrollan y maduran los niveles de control de la movilidad a lo largo de la escolaridad?, ¿qué

esquemas orientadores resultan más eficaces según la disciplina y el contenido científico?, y ¿cómo evaluar la movilidad de conocimientos sin reducirla a la mera verbalización de lo aprendido? Estas preguntas confirman que caracterizar la movilidad de conocimientos como actividad agencial es un punto de partida para enseñar y aprender a movilizar conocimientos científicos de manera explícita, regulada y situada.

6 Referências

ARIEVITCH, I. M. *Beyond the brain: An agentic activity perspective on mind, development, and learning*. New York: Springer, 2017.

ASIKAINEN, M. A.; HIRVONEN, P. E. Probing pre-and in-service physics teachers' knowledge using the double-slit thought experiment. *Science & Education*, v. 23, p. 1811-1833, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11191-014-9710-1>.

BARNETT, S. M.; CECI, S. J. When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer. *Psychological bulletin*, v. 128, n. 4, p. 612-637, 2002.

BROUSSEAU, G. *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2007.

CHAMIZO, J. *Habilidades de pensamiento científico. Los diagramas heurísticos*. México: UNAM, 2017. Disponível em: http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/educacion/libros/014_Habilidades_pensamiento_cientifico.pdf. ISBN: 978-607-02-9893-6.

CHAMIZO, J. A.; RÍOS-LÓPEZ, G. Diseño y evaluación de una estrategia didáctica para enseñar a preguntar. *Revista Científica*, v. 28, p. 33-41, 2017. DOI: <http://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.28.a3>.

CLEMENT, J. Imagistic Simulation and Physical Intuition in Expert Problem Solving. In: RAM, A.; EISELT, K. (ed.). *Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Routledge, 1994. p. 201-206. DOI: <http://doi.org/10.4324/9781315789354>.

CLEMENT, J. Imagistic simulation in scientific model construction. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, v. 25, n. 25, 2003.

CLEMENT, J. The role of imagistic simulation in scientific thought experiments. *Topics in Cognitive Science*, v. 1, n. 4, p. 686-710, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01031.x>.

CLEMENT, J. Multiple Levels of Heuristic Reasoning Processes in Scientific Model Construction. *Frontiers in Psychology*, v. 13, 750713, 2022. DOI: <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.750713>.

DAVYDOV, V. V. *Tipos de generalización en la enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.

GALLEGOS-CÁZARES, L.; FLORES-CAMACHO, F.; CALDERÓN-CANALES, E. Elementary School Children's Explanations of Day and Night. *Science & Education*, v. 31, p. 35-54, 2022. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11191-021-00230-1>.

GALPERIN, P. Y.; ENGENESS, I.; THOMAS, G. *Psychological Significance and Difference Between Tools Use by Humans and Animals*: PY Galperin's Dissertation. Springer Nature, 2023. DOI: <http://doi.org/10.1007/978-3-031-14929-0>.

PÉREZ, G.; GÓMEZ GALINDO, A. A.; GALLI, L. M. G. Multimodalidad y regulación metacognitiva en el aprendizaje de la evolución. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 41, n. 1, p. 5-24, 2023.

GENDLER, T. *Intuition, Imagination, and Philosophical Methodology*. Oxford University Press, 2010.

GÓMEZ GALINDO, A. A. Precursor Models in Early Science Education: a multimodal perspective. *Mediterranean Journal of Education*, v. 6, n. 2, p. 39-48, 2026.

KARMILOFF-SMITH, A. *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge: MIT Press, 1992.

KUHN, D. Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, v. 96, n. 4, p. 674-689, 1989. DOI: <http://doi.org/10.1037/0033-295X.96.4.674>.

LOBATO, J.; HOHENSEE, C. Current Conceptualizations of the Transfer of Learning and Their Use in STEM Education Research. In: HOHENSEE, C.; LOBATO, J. (org.). *Transfer of Learning*. Springer, Cham, 2021. DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-030-65632-4_1.

MCCONNELL, T. J.; PARKER, J. M.; EBERHARDT, J. Assessing Teachers' Science Content Knowledge: A Strategy for Assessing Depth of Understanding. *Journal of Science Teacher Education*, v. 24, n. 4, p. 717-743, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10972-013-9342-3>.

MIŠČEVIĆ, N. Mental models and thought experiments. *International Studies in the Philosophy of Science*, v. 6, n. 3, p. 215-226, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1080/02698599208573432>.

MISCEVIC, N. Intuition as a second window. *The Southern Journal of Philosophy*, v. 38, n. 5, p. 87-112, 2000.

MIŠČEVIĆ, N. Modelling intuitions and thought experiments. *Croatian Journal of Philosophy*, v. 7, n. 20, p. 181-214, 2007.

MISCEVIC, N. *Thought Experiments*. Cham: Springer, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-81082-5>.

NERSESSIAN, N. J. The cognitive basis of model-based reasoning in science. In: CARRUTHERS, P.; STICH, S.; SIEGAL, M. (org.). *The Cognitive Basis of Science*. Cambridge University Press, 2002. p. 133-153. DOI: <http://doi.org/10.1017/CBO9780511613517.008>.

NERSESSIAN, N. J. *Creating Scientific Concepts*. MIT Press, 2010.

PÉREZ, G. M.; GÓMEZ GALINDO, A. A.; GONZÁLEZ GALLI, L. Multimodalidad y regulación metacognitiva en el aprendizaje de la evolución. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 41, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5641>.

PERKINS, D.. *Making learning whole: How seven principles of teaching can transform education*. San Francisco: John Wiley & Sons, 2009.

POZO MUNICIO, J. I. *Humana mente: el mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Ediciones Morata, 2001.

POZO MUNICIO, J. I. *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid: Alianza editorial, 2011.

POZO MUNICIO, J. I. *Psicología del Aprendizaje Humano: Adquisición de conocimiento y cambio personal*. Madrid: Ediciones Morata, 2017.

REINER, M.; GILBERT, J. Epistemological resources for thought experimentation in science learning. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 5, p. 489-506, 2000. DOI: <http://doi.org/10.1080/095006900289741>.

RUVALCABA CERVANTES, J. M. *Experimentos pensados y movilidad de conocimientos: un estudio con profesores de física del nivel secundario*. 2020. Tese (Doutorado) - CINVESTAV, México, 2020.

RUVALCABA CERVANTES, J. M.; QUINTERO, R. Z. Conocimiento docente: ¿modelar la caída libre o un modelo teórico? *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 34, p. 283-288, 2022.

RUVALCABA CERVANTES; GÓMEZ GALINDO, A. A.; QUINTERO, R. Z. Conocimiento de contenido de profesores: el experimento pensado de caída libre de Galileo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 40, n. 1, p. 5-24, 2021. DOI: <http://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3357>.

RUVALCABA CERVANTES, J. M.; RUIZ, H. L. G.; QUINTERO, R. Z. Imaginación científica escolar: actividad social y cognitiva. *Síncrona*, n. 81, p. 487-500, 2022. DOI: <http://doi.org/10.32870/sincronia.axxvi.n81.24a22>.

RUVALCABA CERVANTES, J. M. Transformar la ficción: una actividad mental para modelar y aprender sobre cambio climático. *Síncronía*, n. 86, p. 671-696, 2024. DOI: <http://doi.org/10.32870/sincronia.axxviii.n86.36.24b>.

RUVALCABA CERVANTES, J. M. Agentive Activity to Transform Cli-Fi into School Science Problems About Climate Change. *Australian Journal of Environmental Education*, v. 41, p. 420-435, 2025. DOI: <http://doi.org/10.1017/aee.2025.10073>.

SOLOVIEVA, Y. Las aportaciones de la teoría de la actividad para la enseñanza. *Educando para Educar*, n. 37, p. 13-24, 2019.

STETSENKO, A. *The Transformative Mind: Expanding Vygotsky's Approach to Development and Education*. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.

TALIZINA, N. Mecanismos psicológicos de la generalización. *Acta Neurológica Colombiana*, v. 24, n. 2 supl 1, p. S76-S88, 2008.

VOSNIADOU, S. Examining cognitive development from a conceptual change point of view: The framework theory approach. *European Journal of Developmental Psychology*, v. 11, n. 6, p. 645-661, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1080/17405629.2014.921153>.

VYGOTSKY, L. *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós, 2010.

ZONA-LÓPEZ, J. R.; RUIZ-ORTEGA, F. J.; MÁRQUEZ-BARGALLÓ, C. Modelos de explicación sociocientífica sobre el cambio climático desde una perspectiva multimodal. *Educación y Humanismo*, v. 25, n. 44, 2023. DOI: <http://doi.org/10.17081/eduhum.25.44.5747>.

Recibido en septiembre de 2024.

Aprobado en marzo de 2025.