

## **LA FUNCIÓN COGNOSCITIVA DE LA IMAGINACIÓN. SU ROL EN EL APRENDIZAJE. PARTE 2: PERSPECTIVAS NEOROBILÓGICA Y NEUROCOGNITIVA**

### **THE COGNITIVE FUNCTION OF THE IMAGINATION AND ITS ROLE IN THE LEARNING PROCESS. PART 2: NEUROBIOLOGICAL AND NEUROCOGNITIVE PERSPECTIVES**

**Stella Maris Vásquez<sup>1</sup>, Hilda Emilia Difabio de Anglat<sup>2</sup>, Marianela Noriega Biggio<sup>3</sup>**

---

#### RESUMEN

---

Desde la perspectiva contemporánea del conocimiento encarnado, se abordan las tesis del neurobiólogo Damasio y las de los desarrollos actuales neurocognitivos, en las que se destaca el rol de la interacción con el ambiente en la gestación de las representaciones, poniendo el funcionamiento del cerebro dentro de un contexto que incluye todas las dimensiones del cuerpo. Se analiza el rol del movimiento en el desarrollo de las imágenes y algunas de sus consecuencias para el proceso de aprendizaje. En el aspecto epistemológico, se trata así de superar un enfoque racionalista del aprendizaje, para articular experiencia y saber conceptual, saber y actuar.

Palabras clave: imaginación, conocimiento, estrategias de aprendizaje, aprendizaje.

---

#### ABSTRACT

---

Damasio's neurobiological thesis and current neurocognitive theory are examined from the embodied cognition standpoint. This perspective highlights the role of human interaction with the environment in the formation of representations, thus putting the workings of the brain into a context that encompasses all bodily dimensions. The role played by motion in image development is analysed, dwelling on some of its consequences for the learning process. From an epistemological point of view, the need to go beyond the rationalist approach to learning is stressed, in order to harmonise experience and conceptual knowledge, knowing and acting.

---

Recepción artículo: 16.03.2016

Aprobado: 30.05.2016

1. Dra. Stella Maris Vásquez, Miembro de la carrera del Investigador Científico (CONICET). stellavasquez@gmail.com. 2. Dra. Hilda Emilia Difabio de Anglat, Miembro de la carrera del Investigador Científico (CONICET). centroinvestigacion,escuyo@speedy.com.ar. 3. Mag. Marianela Noriega Biggio, Arquitecta, Personal de apoyo del Centro de Investigación en Antropología Filosofía y Cultura (CIAFIC). marianelanoriega@gmail.com.

Keywords: imagination, knowledge, learning strategies, learning.

## **Introducción**

El objetivo central de este trabajo es contribuir a dilucidar el valor cognitivo que se asigna a la imaginación y a su producto –las imágenes- en relación con la posición que se sostenga desde las perspectivas antropológica, epistemológica y neurobiológica, a fin de poder delinear aportes para el campo pedagógico, que permitan superar el formalismo racionalista, revalorando el rol de las funciones de la sensibilidad sensible en todo el proceso de aprendizaje.

En la primera parte se han expuesto las tesis filosóficas que permiten destacar la relevancia epistemológica del recurso a las imágenes y los aportes de la psicogenética piagetiana, en particular la articulación entre hacer, imaginar y conceptualizar.

En esta segunda parte se trata de articular dichas tesis con los avances actuales de la neurobiología y, en general, de las ciencias neurocognitivas, a fin de mostrar el fundamento experimental de las propuestas pedagógicas que, en distintas áreas, proponen una conducción de los aprendizajes fundada en el conocimiento encarnado.

Se desarrolla, en primer lugar, las tesis de Damasio que permiten mostrar el nexo esencial entre imágenes, cuerpo y acción, para delinear luego algunos de los aportes de la multifacética perspectiva neurocognitiva, tomando siempre como hilo conductor el rol de la acción.

## **Perspectiva neurobiológica**

### **La perspectiva de Damasio**

Desde la perspectiva neurobiológica actual, Damasio aborda la cuestión del surgimiento de la conciencia desde la relación entre mente, conducta y cerebro.

Intenta investigar las redes, sistemas y subsistemas neurales en interrelación que sustentan el funcionamiento de la memoria, del lenguaje y de la toma de decisiones. El tema central es la relación entre conocimiento y emoción en la génesis del self. En este entramado se ocupa del rol de las imágenes, que define como patrones mentales que “intermedian” la relación entre vida y conciencia en el camino que va desde los mecanismos vitales de auto-regulación hasta las formas de conducta más complejas: el

mantenimiento de la vida requiere de imágenes que guíen la acción, en principio para los fines inmediatos de la supervivencia.

Puede anotarse aquí la relación con el concepto aristotélico referido a la implicación entre imaginación, deseo y praxis.

Las imágenes surgen de patrones neurales que quedan como registros sensoriales que "informan" al organismo, simultáneamente, del estado interno del mismo y ciertas características externas de los objetos, o mejor dicho de sus cualidades sensoriales básicas, registradas por las puertas de acceso de los sentidos.

El origen de la conciencia estaría en lo que Damasio llama "sentir lo que sucede", es decir, advertir la recepción de formas sensibles y la modificación que ello suscita en el organismo. Y eso depende de la generación de imágenes.

Esa recepción es una información que, en principio, se ordena a los fines de la supervivencia y, por ello, está siempre acompañada de respuesta emocional: lo que llega por los sentidos es "evaluado" –no necesariamente en forma consciente, ni menos aún reflexiva- como conveniente o nocivo. Así, conciencia, emoción e imágenes son sucesos inseparables. Damasio distingue por lo menos dos tipos de conciencia:

a) Conciencia nuclear: Es el primer paso en la constitución del self, la advertencia de un self "ahora y aquí", como sujeto de lo que se siente. Es un fenómeno biológico con un solo nivel de organización, no es privativa del hombre, no depende de la memoria, del razonamiento ni del lenguaje (Damasio, 1999).

b) Conciencia ampliada: da una visión panorámica del futuro posible, junto con el aquí y ahora, tiene que ver con la elaboración de la identidad del self, supone la conservación de imágenes, lo que otros llaman experiencia: Ubica al self en el presente desde el pasado y hacia el futuro.

La conciencia relaciona los procesos vitales básicos de autorregulación con el procesamiento de imágenes. Hay, por tanto, una función primaria de la imaginación al servicio de la supervivencia, ya que los entornos complejos ponen al sujeto en la necesidad de gobernar con eficacia la regulación vital, de actuar de modo adecuado, y esto, a su vez, requiere manipular imágenes mentales, para poder planificar. La conciencia es, en principio, advertencia de la construcción de imágenes, tanto las que refieren a los estados internos del organismo como las que refieren a datos del entorno. Precisamente, la conciencia empieza como sentimiento de que esas

imágenes pertenecen al sujeto, son propias y a la vez que informan de los dos polos de la experiencia –objetos del entorno y estado interno-, están siempre acompañadas, o teñidas, de carga afectiva, informan sobre el carácter placentero, conveniente o nocivo, que tiene la relación organismo-mundo.

Este concepto de conciencia tiene una profunda raíz realista, pues no se aísla a la conciencia de la recepción sensible ni, por tanto, del entorno, de la realidad que llega al sujeto y pone en marcha su funcionamiento.

Las imágenes en principio son representación del cuerpo, de sus estados, en función de la supervivencia, a la vez que el resultado del procesamiento de objetos en términos sensoriales y motores. Las imágenes conservadas y recuperadas para guiar la acción corresponden al self autobiográfico, ya que en la conciencia nuclear las imágenes son “puro presente”, acompañadas por el sentirlas como propias.

Por una parte, las imágenes –patrones mentales que tienen su base en patrones neurales- surgen en relación con los estados del organismo, informan acerca de ellos y de la emoción que producen, por otra, las imágenes mueven a la acción, la dirigen y, a la vez, representan movimientos, tanto del medio interno como del entorno. Las imágenes pueden ser conscientes o inconscientes y no se limitan a lo visual. Tanto las imágenes mentales como los patrones neurales son *representaciones*, re-presentan un objeto, ya sea externo o correspondiente a un estado de cosas interno al organismo. No se trata de copias, sino que representan las interacciones.

En relación con los fines de nuestro trabajo, importa subrayar que imagen y acción se implican, son inseparables, como también lo testifica la investigación piagetiana y, antes aún, el realismo filosófico clásico.

### **La perspectiva neuro-cognitiva**

Hay numerosos trabajos, en la actualidad, referidos a los procesos neurales implicados en la formación de imágenes y a su relación con el aspecto motor. Por una parte, cabe referirse a las disquisiciones sobre la imagería (imagery) y su distinción respecto de la imaginación y de la percepción, por otra, a las teorías llamadas del *conocimiento encarnado*, la teoría del código común, la teoría de la visión exploratoria, etc.

A partir del cognitivismo se habla de la imagería –imagery- para referirse al proceso de formación de imágenes como representaciones de lo percibido, contrapuesto al proceso de creación de imágenes

como ficciones (Thomas, 1999; Agnati, Guidolín, Battistin, Pagnoniand y Fuxe, 2009).

Un referente clásico del concepto de imagería es Kosslyn. Según este autor, el proceso de formar imágenes implica distintas funciones: activar información que se halla en la memoria a largo plazo, reconstruir la representación en la memoria a corto plazo, interpretar el objeto que corresponde a la imagen, mantener la imagen a lo largo de un tiempo, transformarla, etc. Estas funciones refieren a distintas redes neurales, así, por ejemplo, el hemisferio izquierdo interviene para generar imágenes a partir de categorías, en tanto que el derecho tiene que ver con los aspectos espaciales de las imágenes (Kosslyn, Ganis y Thompson, 2001, Kosslyn, 1981; Dean, 2003). Por otra parte, las áreas de la corteza que se activan durante el control de movimientos, intervienen también en la formación de imágenes motrices. Kosslyn informa acerca de estudios con neuroimágenes que muestran que el proceso de visualizar imágenes de acontecimientos emocionales activa el sistema nervioso autónomo, es decir que visualizar un objeto relacionado con estos eventos dispara muchos de los efectos corpóreos que se dan en el acto de percepción actual de los mismos.<sup>1</sup>

La concepción de Kosslyn ha sido llamada teoría pictorial de la imaginación, porque el autor sostiene (Kosslyn, Pinckers, Schwartz y Smith, 1979) que las imágenes no son resultado de un conocimiento almacenado como descripción verbal. En el proceso de formar imágenes y en el de percibir se activarían, parcialmente, las mismas zonas cerebrales, aunque no son funciones idénticas; la memoria visual requeriría el acceso a información visual almacenada, la imaginación requiere construir una representación en la memoria a corto plazo, acompañada por la experiencia de “ver con los ojos de la mente” (Slotnick, William, Thompson y Kosslyn, 2012), es un proceso que implica crear, interpretar y transformar representaciones visuales mentales (Lewis, Borst y Kosslyn, 2011).

La imagería<sup>2</sup> mental puede ser descripta como la recuperación de información perceptual desde la memoria y la subsecuente inspección de esta información por los ojos de la mente. La investigación ha provisto de un cuerpo creciente de evidencia conductual y a través de neuroimágenes, respecto del solapamiento considerable entre los ojos de la mente y la percepción actual [...] entre

---

<sup>1</sup> Esta comprobación daría un aval biológico al trabajo con imágenes en psicoterapia.

<sup>2</sup> El término inglés *imagery* refiere a un conjunto de imágenes o representaciones mentales que tienen la propiedad de ser vívidas y también a la capacidad de formar esas imágenes.

las áreas cerebrales activadas durante ambas actividades (Rademaker y Pearson, 2012, p.1).

A partir de evidencias obtenidas por vía de estudios neurológicos, el autor sostiene que la función imaginativa no es simple, sino que comprende un conjunto de habilidades (Kosslyn, Pinker, Schwartz, y Smith, 1979). En efecto, la generación de imágenes usaría tres procedimientos: *picture*, referido a las especificaciones de tamaño, ubicación y orientación del objeto, *put*, que integra las partes en un todo y *find*, que ubica las partes relevantes de la imagen.

Kosslyn se distancia en todo momento de la llamada teoría descriptiva o proposicional de la imaginación (Pylyshyn, 1981), que explica la formación de la imagen como resultado de proposiciones que describen los datos relevantes que incorpora la percepción, datos que tienen la estructura oracional de una suerte de lenguaje mental.

Otros autores (Thomas, 2002) plantean la necesidad de superar la dicotomía entre la concepción quasipictorial y la proposicional, introduciendo el enfoque de la llamada teoría de la actividad perceptiva. Según esta teoría, la experiencia perceptiva consiste en una exploración activa del entorno, guiada por esquemas. La actividad de la imaginación ocurriría cuando un esquema que no es inmediatamente relevante para explorar el entorno actual, toma el control.

Esta teoría se relaciona con enfoques del conocimiento como encarnado -embodied- y contextualizado en un ambiente (Clark, 1998), lo que no implica renunciar a una cierta constancia de representaciones internas, sino más bien destacar el rol de la interacción con el ambiente en la gestación de dichas representaciones, poniendo el rol del cerebro dentro de un contexto que incluye todas las dimensiones del cuerpo.

El surgimiento de la teoría del conocimiento encarnado a través de las ciencias cognitivas, ha sido motivado por la comprensión de que la mente no puede ser entendida como una especie de procesador de información independiente de los sistemas de input sensorial y de output motor (Davis y Marmamb, 2012).

La experiencia visual, en particular, surgiría no por la presencia de representaciones en el cerebro sino por un ejercicio activo de dominio de las contingencias motoras relevantes (O'Regan y Noë, 2001). Según los autores, la visión sería un modo de encuentro con el ambiente que requiere el conocimiento de las contingencias sensoriomotoras y la habilidad de usar ese conocimiento para guiar la acción, el pensamiento y el uso del lenguaje.

En la actividad exploratoria, la teoría pone énfasis en la intervención de distintas modalidades sensibles, como el gusto, el olfato y particularmente la sensibilidad háptica.

Evans (1985), al referirse a esta actividad, sostiene que el contenido no conceptual de la percepción es, en parte, una función de las habilidades sensorio-motrices del sujeto, en razón de las conexiones filogenéticas del sistema motriz con la función perceptiva, de modo que su confluencia incide en las funciones de razonamiento.

Peacock (1992) restringe esa relación entre experiencia perceptiva y acción al contenido no conceptual de la percepción y Clark (2001) establece ese nexo cuando se trata del contenido no consciente de la experiencia perceptiva visual.

Estas referencias no pretenden dilucidar la compleja cuestión de la relación entre la acción motriz y la percepción visual, sino sólo señalar que en la cuestión de la gestación de imágenes juega un rol preponderante el movimiento.

Este rol es ilustrado, entre otros, por los experimentos de Stephens y Clement (2006) con estudiantes que se valen de imágenes dinámicas para razonar en tareas científicas; en particular, los autores señalan el uso de gestos que describen movimiento, forma y fuerza. Dicho uso es interpretado por los autores como un indicador del uso de imaginación kinestésica, que favorece la producción de modelos mentales y evita el aprendizaje como memorización de hechos o reglas.

Dentro del tratamiento teórico-experimental de la naturaleza y función de la imaginación, cabe mencionar también la teoría motriz de la imaginación, según la cual

La experiencia de imaginar no es [...] tener una especie de pintura mental [...] En la imagen visual se aprehende un objeto re-presentándolo como dado a una posible experiencia perceptiva [...] visualizado como objeto de una posible experiencia (Thompson, 2007, p. 291).

En la interpretación de De Preester (2012), imaginar es *simular* la experiencia de algo. La autora refiere a experiencias que muestran la existencia de un código común para la percepción y la acción, en el sentido de que imaginar una acción implica codificarla en términos de los efectos que produciría. Dicho de otro modo, la intención de realizar una acción llevaría a generar una anticipación de la acción en la imaginación, lo que podría parecer obvio, sin embargo lleva a

reflexionar sobre la unidad compleja del funcionamiento de la imaginación, que se realiza no sólo en un "mundo interno", sino en la totalidad del sujeto, que es una mente encarnada.

En los ejemplos que los autores ponen, se trata casi siempre de actos motrices, sin embargo, desde el fundamento predicho, se puede extender este compromiso entre motricidad e imaginación a la gestación de imágenes referidas a cualquier orden de realidades. Vale decir, el hombre no podría visualizar adecuadamente algo si no lo pone en un espacio y un tiempo y eso implica ya un dinamismo en el objeto visualizado.

En relación a esta cuestión, una referencia obligada son los trabajos de Shepard y Metzler (1971), quienes, a partir de una tarea de apareamiento de imágenes rotadas para decidir cuáles corresponden a la imagen original y cuáles no, mostraron que para la resolución de la tarea los sujetos recurren a rotaciones mentales, en el curso de las cuales el tiempo insumido es proporcional al ángulo de rotación desde la posición original.

La investigación neurocognitiva actual muestra que en la rotación mental intervienen varios sistemas neurales, entre los cuales se hallan las áreas visual y motora.

Wexler, Kosslyn y Berthoz (1998) señalan que "[...] parte del sistema motor, lejos de ser un simple dispositivo de salida para la cognición, puede ser el conductor de importantes operaciones cognitivas [...] Hay mucha evidencia indirecta de la interacción entre la anticipación motora y la transformación de imágenes" (p. 79).

Estos hallazgos vendrían a confirmar las tesis de Palagyi respecto del rol de los movimientos virtuales en la gestación de imágenes. Vale decir que, a partir de este experimento, y en relación con un constructo teórico –obtenido desde la interpretación epistemológica de algunas consecuencias que pueden derivarse del conocimiento intelectual por conversión a las imágenes– podría sostenerse la necesidad del movimiento virtual, que implica el concurso del cuerpo, para comprender adecuadamente un concepto.

## **Imaginación y aprendizaje**

Hay numerosos trabajos actuales que destacan el rol de las imágenes en el aprendizaje de diversos contenidos. Así, Potter et al. (2009) destacan el uso de imágenes kinéticas y transformacionales en el aprendizaje de ingeniería, lo que coincide con las observaciones hechas más arriba acerca de la relación entre movimiento e imagen. En el área de la arquitectura y el diseño se subraya la relación entre competencia espacial y visualización, entendiendo esta última como



la manipulación y transformación mental de imágenes (Akasah y Alias 2010). El desarrollo de la habilidad de visualizar, requerida, en particular para el dominio de los sistemas geométricos de representación, que presentan una dificultad particular para los alumnos que inician sus carreras, se logra a través de estrategias basadas en un enfoque holístico, que va del todo a la parte (Samsudin, Rafi y Hanif (2011).

En el aprendizaje de los contenidos de Física se destaca (Stephens and Clement, 2007) que los razonamientos propios de la disciplina se relacionan con formas de imagería dinámica, lo que se evidencia a partir del uso de gestos, indicando forma, movimiento y fuerza, cuando los alumnos tratan de comprender estos conceptos. Nemirovsky (2004) expresa que

Los gestos, junto con el lenguaje, ayudan a configurar el pensamiento y reflejan las imágenes mentales que se activan en el momento de hablar. A partir de la percepción e interactuando con artefactos culturales a través de gestos y lenguaje, los estudiantes lograr construir de modo exitoso y a nivel profundo los conceptos, a la vez que pueden vivir y compartir esa génesis conceptual (Nemirovsky et. al, p. 307)

En un sentido análogo, Sabena (2004) explora, en un trabajo experimental acerca del aprendizaje de la función integral en matemáticas, la relación entre el gesto y la expresión verbal, recurriendo a la base neurológica de esta relación, que se hallaría en la función de las neuronas espejo.

Las dimensiones interna y externa del gesto se implican y afectan mutuamente. Su interjuego potencia los procesos de pensamiento individual y desarrolla un sistema semiótico compartido, en el cual pueden emerger otros signos, tales como las representaciones gráficas y simbólicas. En ese contexto semiótico, complejo y multifacético, puede lograrse la construcción de un significado matemático (p.451).

En el aprendizaje de la geometría, Gal y Linchevski (2010) explicitan que la visualización, junto con la construcción y el razonamiento, son los procesos cognitivos que cumplen funciones epistemológicas específicas. En esta ciencia, la visualización puede darse tanto a partir de estímulos figurales, cuanto no-figurales.

La visualización no tiene un valor meramente ilustrativo de las proposiciones (Duval, 1998, citado por Torregrosa y Quesada, 2007), sino que es un componente clave del razonamiento, que permite articular lo perceptual y lo conceptual, tanto en la resolución de

problemas como en la instancia de la prueba. Arcavi (1999) explicita que la actividad geométrica involucra tres tipos de procesos cognitivos: visualización, razonamiento y construcción.

Arzarello y Robutti (2004) abordan la cuestión de la construcción del conocimiento matemático a partir de la acción, vale decir, desde la actividad perceptivo-motriz a las imágenes y finalmente al concepto. A través de diversos experimentos corroboran la hipótesis de que los conceptos matemáticos se construyen sobre la base de representaciones analógicas en las que interactúan las dimensiones de espacio y tiempo, junto con el uso de gestos y representaciones corporales, en general.

Kotsopoulos y Cordy (2009) proponen un modelo de aprendizaje de conceptos matemáticos, basado en la promoción de visualizaciones compartidas. Éstas refieren a la representación de las relaciones espaciales entre las partes de un objeto, a su localización en el espacio y a sus movimientos; se distinguen de las imágenes pictóricas, que dan cuenta de propiedades tales como la forma y el color. Según las investigaciones de Van Garderen (2006), los sujetos con alto nivel de visualización usan imágenes esquemáticas para la resolución de problemas, en tanto que los sujetos con pobre desempeño en visualización usan imágenes de tipo icónico.

Douville (2004) destaca que la estrategia de generar imágenes puede ser aplicada a cualquier área curricular, en tanto es una estrategia de doble función (double duty), apta para el procesamiento de información verbal y espacial. La autora propone un modelo, que llama SAM –estrategia de activación multisensorial-, que justifica señalando que en la práctica instruccional corriente se activan sólo imágenes visuales, en vez de integrar también imágenes hápticas, auditivas, olfativas, etc., lo que da por resultado imágenes más elaboradas, que permiten un nivel de procesamiento y evocación de mayor profundidad.

En el ámbito del aprendizaje lingüístico son numerosos los trabajos referidos al empleo de las imágenes. A partir de la teoría de la codificación dual de Paivio (1971, 2007), se sostiene que recurrir a la visualización de lo que se lee hace que se capte y retenga mejor un texto. Wilson (2012) propone una estrategia de instrucción en la que se compara la generación de imágenes mentales mientras se lee, con la actividad de crear una película en el cerebro. A partir de la consigna, se promueve un diálogo para compartir las imágenes mentales generadas, hallándose que hay diferencias en las imágenes que produce cada alumno y que la técnica favorece la comprensión y el recuerdo del texto leído, promoviendo, a la vez, mejor calidad en los textos que los alumnos mismos producen. Además, la visualización sustenta el empleo de estrategias que son específicas

del procesamiento de textos, tales como las predicciones e inferencias (Sadosky, 1998).

Mccallum y Moore (1999) recurren a la imagería guiada para promover la comprensión de la idea principal. La imagen unifica, posibilita ver como un todo lo que se lee, integrar la información textual, por eso promueve la comprensión de la idea principal. Pero se trata de las imágenes que se ciñen al texto, de lo contrario, el trabajo imaginativo tiene efecto negativo, lo que sucede porque el sujeto liga el trabajo imaginativo a experiencias previas. De allí la necesidad de guiar la estrategia de generar imágenes.

El uso de una técnica de promoción de imágenes mentales ha sido usada también (Cohen y Johnson, 2012) para favorecer la adquisición de vocabulario científico, hallándose que cuando se pide a los alumnos que generen una imagen mental asociada a un término y luego dibujen dicha imagen, se favorece la comprensión.

En el campo del desempeño musical se ha observado (Keller, 2012) que la generación de imágenes facilita múltiples aspectos de dicho desempeño. En particular imágenes anticipatorias de tipo auditivo, visual y motriz intervienen en la planificación y ejecución musical, como facilitadoras de los aspectos referidos a intensidad, articulación y entonación.

## **Conclusión**

A partir del relevamiento de trabajos actuales sobre la naturaleza y funcionamiento de la imaginación se ha intentado mostrar la relación entre imagen, acción y pensamiento, que halla su fundamento antropológico en la naturaleza del sujeto que conoce -materio-espiritual-, y su fundamento metafísico en la naturaleza de lo que el hombre conoce -las cosas como realidades singulares, en acto-.

La neurobiología contemporánea ha hecho aportes decisivos al tema de la gestación de las imágenes. Así, Damasio subraya que las imágenes -patrones mentales que tienen su base en patrones neurales- surgen en relación con los estados del organismo, informan acerca de ellos y de la emoción que producen, a la vez que mueven a la acción, la dirigen y, a la vez, re-presentan movimientos, tanto del medio interno como del entorno. Tanto las imágenes mentales como los patrones neurales son *representaciones*, re-presentan un objeto, ya sea externo o correspondiente a un estado de cosas interno al organismo. No se trata de copias, sino que representan las interacciones.

Las distintas derivaciones del neuro-cognitivismo han puesto a la luz, a partir de experimentos, el rol de las imágenes en la relación del sujeto con el entorno, su ordenamiento primario a los fines de la supervivencia, la implicación de la motricidad en la gestación de imágenes y, desde allí, la carga emocional que siempre las acompaña y que contribuye de modo decisivo a la configuración básica del self.

La teoría del conocimiento encarnado subraya que las imágenes se gestan a partir de la interacción con el ambiente, la cual compromete no sólo el cerebro, sino todo el cuerpo y en particular el sistema motriz y la sensibilidad háptica.

Hay una coincidencia creciente en la afirmación de que visualizar adecuadamente algo, implica ponerlo en un espacio y un tiempo, lo que, a su vez, supone ya un dinamismo en el objeto visualizado, lo que permitiría establecer relaciones entre las investigaciones experimentales actuales y las tesis de Palagyi respecto del rol de los movimientos virtuales en la gestación de imágenes. A su vez -desde la interpretación epistemológica de algunas consecuencias que pueden derivarse de la doctrina filosófica del conocimiento intelectual por conversión a las imágenes- podría sostenerse la necesidad del movimiento virtual, que implica el concurso del cuerpo, para comprender adecuadamente un concepto.

A partir de esta elaboración teórica del proceso de gestación de imágenes y de su relación con el conocimiento intelectual y con la acción, se abre la posibilidad de dar un rol diferencial al uso de imágenes en el proceso de aprendizaje, que va más allá de considerarlas en una función de ejemplificación y dentro de la etapa inicial. En efecto, distintos trabajos señalan que las imágenes dinámicas, a la vez que el uso de gestos y movimiento corporal, intervienen para gestar conceptos y para favorecer la comprensión, así como para aplicar conceptos en la resolución de problemas. De allí la necesidad de propiciar que el alumno pueda "ver" en una imagen los conceptos que se proponen, porque sólo así podrá luego aplicarlos.

El hilo conductor que debería tomarse en cuenta para una metodología de aprendizaje es el hecho de que las imágenes en que se objetivan los conceptos serían imágenes de movimientos virtuales: los hace el sujeto también con el cuerpo, los visualiza como acciones. Esto es más evidente en ciertas áreas, como física, geometría, dibujo técnico, educación física. Pero también en otros campos, al menos como imágenes de otro tipo, ya sean visuales o viso-sonoras -por ej. En Geografía, en música, etc. A la vez, desde la Psicología genética, Piaget ha mostrado la relación entre acción, percepción y esquemas mentales, donde el puente de la acción al concepto u operación mental es la reflexión sobre la propia acción y sobre sus resultados.

Desde la perspectiva epistemológica, se trata así de superar un enfoque racionalista del aprendizaje, para articular experiencia y saber conceptual, saber y actuar.

## Referencias Bibliográficas

- Agnati, L., Guidolin, D., Battistin, L., Pagnoniand, G., & Fuxe, K. (2009). The neurobiology of imagination: possible role of interaction-dominant dynamics and default mode network. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-18. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00296.
- Akasah, Z. & Alias, M. (2010). Bridging the spatial visualisation skills gap through engineering drawing using the whole-to-parts approach. *Australasian Journal of Engineering Education*, 16(1), 81-87. doi: 10.1080/22054952.2010.11464037.
- Arcavi, A. (1999). The role of visual representations in the learning of mathematics. In F. Hitt, & M. Santos (Eds), *Proceedings of the 21<sup>st</sup> Annual Meeting North American Chapter of the International Group of PME*. (pp. 55-80).Cuernavaca, Mexico, ). Columbus, Ohio, USA: ERIC/CSMEE Publications–The Ohio State University.
- Arzarello, F., & Robutti, O. (2004). Approaching Functions through Motion Experiments. En R. Nemirovsky, M. Borba, & C. DiMattia (eds), *Bodily Activity and Imagination in Mathematics Learning*. PME Special Issue(CD-Rom, Chapter 1). *Educational.Studies in Mathematics*, 57(3).
- Clark, A. (1998). Embodiment and the philosophy of mind. En A. O'Hear (Ed.) *Current issues in philosophy of mind*: Royal institute of philosophy supplement 43 (pp. 35-52). Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511563744.004.
- Clark, A. (2001).Visual Experience and Motor Action: Are the Bonds Too Tight? *Philosophical review*, 110(4), 1-41. doi:10.2307/3182592.
- Cohen, M., & Johnson, H. (2012). Improving the Acquisition and Retention of Science Material by Fifth Grade Students through the Use of Imagery Interventions. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 40(6), 925-955. doi: 10.1007/s11251-011-9197-y.
- Damasio, A. (1999). *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*. New York: Harcourt Brace & Company.
- Davis, J. I. & Markmanb, A. B. (2012). Embodied Cognition as a Practical Paradigm: Introduction to the Topic, The Future of

- Embodied Cognition. *Topics in Cognitive Science*, 4, 685–691. doi: 10.1111/j.1756-8765.2012.01227.x.
- De Preester, H. (2012). The sensory component of imagination: The motor theory of imagination as a present-day solution to Sartre's critique. *Philosophical Psychology*, 25(4), 503–520. doi: 10.1080/09515089.2011.622362.
- Dean, M. (2003). The relationship between self-reports of imagery and spatial ability. *British Journal of Psychology*, 94, 245–273. doi: 10.1348/000712603321661912
- Douville, P. (2004). Use Mental Imagery Across the Curriculum. *Preventing school failure*. 49(1), 36-39. doi: 10.3200/PSFL.49.1.36.
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. En C. Mammana V. Villani (Eds.). *Perspective on the Teaching of the Geometry for the 21<sup>st</sup> Century* (pp. 37-51). Dordrecht. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Evans, G. (1985) Molyneux's Question. En G. Evans (Ed.) *The Collected Papers*, London: Oxford University Press.
- Gal, H. & Linchevski, L. (2010). To See or Not to See: Analyzing Difficulties in Geometry from the Perspective of Visual Perception. *Educational Studies in Mathematics*, 74(2), 163-183. doi: 10.1007/s10649-010-9232-y.
- Keller, P. (2012). Mental imagery in music performance: underlying mechanisms and potential benefits. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252, 206–213. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.06439.x.
- Kosslyn, S. (1981). The medium and the message in mental imagery: A Theory. *Psychological Review*, 88, 46-66. doi: 10.1037/0033-295X.88.1.46.
- Kosslyn, S. M., Ganis, G., & Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 635–642. Retrieved from [http://www.nature.com/nrn/journal/v2/n9/full/nrn0901\\_635a.html](http://www.nature.com/nrn/journal/v2/n9/full/nrn0901_635a.html).
- Kosslyn, S. M.; Pinker, S.; Schwartz, S. & Smith, G. (1979). On the demystification of mental imagery. *Behavioral and Brain Sciences* 2(4), 535-81. doi: 10.1017/S0140525X00064268.
- Kotsopoulos, D. y Cordi, M. (2009). Investigating imagination as a cognitive space for learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 70(3), 259–274. doi: 10.1007/s10649-008-9154-0.
- Lewis, K. J. S., Borst, G. & Kosslyn, S. M. (2011). Integrating visual mental images and visual percepts: new evidence for depictive representations. *Psychological Research*, 75, 259-271. doi: 10.1007/s00426-010-0304-5.
- Mccallum, R. & Moore, S. (1999). Not all imagery is created equal: the role of imagery in the comprehension of main ideas in

- exposition. *Journal of Reading Psychology*, 20, 21- 60. doi: 10.1080/027027199278493.
- Nemirovsky, R.; Borba, M.; Dimattia, C.; Arzarello, F.; Robutti, O., Schnepf, M., Chazan, D.; Rasmussen, C.; Olszewski, J.; Dost, K.; Johnson, J. y Scheffer, N. (2004). PME Special Issue: Bodily Activity and Imagination in Mathematics Learning. *Educational Studies in Mathematics*, 57(3), 303-321. doi: s10649-004-5933-4.
- O'Regan, J. K., & Noe, A (2001) A sensorimotor account of vision and visual consciousness, *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 5. doi: 10.1017/S0140525X01000115.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (2007). *Mind and its evolution: A dual coding theoretical approach*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Peacocke, C. (1992). Scenarios, concepts and perception. In the contents of experience,. T. Crane (Ed.). (pp.103-35) Cambridge: Cambridge University Press.
- Potter, C., Van der Merwe, E., Fridjhon, P., Kaufman, W., Delacour, J. & Mokone, M. (2009). Three dimensional spatial perception and academic performance in engineering graphics: A longitudinal investigation. *South African Journal of Psychology*, 39(1), 109-121. doi: 10.1177/008124630903900110.
- Pylyshyn, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88, 16-45. doi: 10.1016/B978-1-4832-1446-7.50051-0.
- Rademaker, R. & Pearson; J. (2012). Training visual imagery: improvements of metacognition, but not imagery strength. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-10. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00224.
- Sabena, C. (2004). The role of gestures in conceptualisation: an exploratory study on the integral function. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 145-152. Retrieved from [http://www.emis.de/proceedings/PME28/RR/RR229\\_Sabena.pdf](http://www.emis.de/proceedings/PME28/RR/RR229_Sabena.pdf)
- Sadoski, M. (1998). *Mental imagery in reading: A sampler of some significant studies*. Retrieved from [www.readingonline.org/research/Sadoski.html](http://www.readingonline.org/research/Sadoski.html).
- Samsudin, K., Rafi, A., & Hanif, A. S. (2011). Training in mental rotation and spatial visualization and Its impact on orthographic drawing performance. *Educational Technology & Society*, 14(1), 179-186.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703. doi: 10.1126/science.171.3972.701.
- Slotnick, S.; William, L.; Thompson, W. & Kosslyn, S. (2012). Visual memory and visual mental imagery recruit common control and

- sensory regions of the brain. *Cognitive neuroscience*, 3(1), 14-20. doi: 10.1080/17588928.2011.578210.
- Stephens, A. & Clement, J. (2006). Depictive gestures as evidence for dynamic mental imagery in four types of student reasoning. L. McCullough, L. Hsu, & P. Heron (Eds). *Physics Education Research Conference*. American Institute of Physics. doi: 10.1063/1.2508698.
- Thomas, N. (1999). Are theories of imagery theories of imagination: An active perception approach to conscious mental content. *Cognitive Science* 23(2), 207-245. doi: 10.1207/s15516709cog2302\_3.
- Thomas, N. (2002). The false dichotomy of imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(2), 211-211. doi: 10.1017/S0140525X02510049.
- Thompson, E. (2007). *Mind in life: Biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press. doi: 10.1215/9780822391388-005.
- Torregrosa, E y Quesada, H. (2007). Coordinación de procesos cognitivos en Geometría. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10(2), 275-300. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/relime/v10n2/v10n2a5.pdf>.
- Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, Visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of learning disabilities*, 39(6), 496-506. doi: 10.1177/00222194060390060201.
- Wexler, M., Kosslyn, S., & Berthoza. A. (1998) Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68(1), 77-94. doi: 10.1016/S0010-0277(98)00032-8.
- Wilson, D. (2012). Training the mind's eye. Brain movies support comprehension and recall. *The Reading Teacher*, 66(3), 189-194. doi: 10.1002/TRTR.01091.