

*Nota de investigación:*

## Las representaciones múltiples como fundamento para la innovación en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles

*The multiple representations as foundation to innovation in the evaluation of the learning in youthful school area*

**Autor: Omar David Álvarez Tamayo**

*Entidad:* Docente-Investigador de la Universidad de Manizales (Colombia)

[omardavid.alvarez.tamayo@gmail.com](mailto:omardavid.alvarez.tamayo@gmail.com)

**Autora: Catalina Álvarez Tamayo**

*Entidad:* Profesora del Colegio Pablo Sexto, (Dos Quebradas, Risaralda, Colombia)

[caaltama1@gmail.com](mailto:caaltama1@gmail.com) [coor.doctorado@cinde.org.co](mailto:coor.doctorado@cinde.org.co)

**Autor: Marco Fidel Chica Lasso**

*Entidad:* Docente investigador de la Universidad de Manizales – Cinde. Coordinador Académico del Doctorado en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud (Colombia)

[coor.doctorado@cinde.org.co](mailto:coor.doctorado@cinde.org.co)

Fecha de recepción: 9 de marzo de 2017

Fecha de aceptación: 31 de mayo de 2017

### Resumen

El artículo derivado de investigación (2013) sobre la identificación de las representaciones múltiples empleadas como estrategia didáctica en la formación de conceptos en el ejercicio docente en ámbitos universitarios, estudio de corte descriptivo, comprensivo y de análisis mixto, que aborda como categorías: *las representaciones internas, las representaciones externas, la interacción representaciones externas-representaciones internas y la caracterización de las representaciones*. Los resultados aportan a una mejor comprensión de las interacciones entre el empleo de las representaciones múltiples y la formación de conceptos.

La intención en este momento, es la lectura de tales hallazgos a la luz de la búsqueda de innovaciones en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles.

Se orientan así las consideraciones hacia aspectos relacionados con la argumentación frente al cambio de paradigmas en la educación que pasa de enfoques y modelos centrados en la enseñanza a los centrados en el aprendizaje y por ello las posibilidades que se abren para innovar en la evaluación del aprendizaje desde las representaciones, pensando siempre en qué humanidad y persona se promueven.

**Palabras clave:** representaciones múltiples, formación de conceptos, representaciones internas, representaciones externas, innovación, evaluación, aprendizaje, ámbitos escolares, juventud.

### Abstract

The article that goes from the research (2013) about the identification of the multiple representations, used as didactic strategies in the creation of concepts in the teacher practices in universities areas , it's a study with a descriptive style, understanding and mixed analysis, that encourage the following categories: representations internal, external representation interaction external representations-internal representations and characterization of representations. The results give a better comprehension of the interactions between the use of the multiple representations and the formation of concepts. The intention at this moment is the reading of such findings at the light of the search in the innovations in the evaluation of learning in youth school area. In this way guiding the considerations toward facts related with the argumentation in direction to the change of paradigms in the education that goes from approach and models focused in teaching through models based on learning, that's why the possibilities that are opened to innovate in the learning evaluation from the representations, always thinking in what kind of human being and person are promoted.

**Keywords:** multiple representations, concept formation, internal representations, external representations, innovation, evaluation, learning, school environments, youth.

## I. INTRODUCCIÓN

Las innovaciones educativas no tienen permanencia indefinida, es decir, están marcadas por el tiempo mismo, de tal manera que cuando se vuelven repetitivas, pierden su esencia. Como dijera Glenn P. Nimnicht, si lo que uno desarrolla como innovación, otro lo comienza a hacer, es hora de cambiar, pues ha empezado a dejar de ser lo propuesto. En estos procesos juegan un papel determinante los paradigmas como limitadores y a la vez propiciadores de las nuevas probabilidades, y todos con marcada influencia en la evaluación del aprendizaje y el tipo de ser humano y persona que se quiere lograr en ámbitos juveniles. Las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de conceptos muestran su potencial justamente al reconocer paradigmas, primer paso en la superación de los mismos, de ser necesario, y con ello adquieren valor significativo en los procesos de evaluación del aprendizaje, de manera particular en la formación de conceptos.

El estudio soporte de este escrito indagó por las representaciones múltiples como estrategia didáctica que poseían los docentes de los programas académicos de pregrado, trasegando por un acercamiento teórico al problema de la formación de los conceptos desde diferentes perspectivas teóricas y la definición de opciones metodológicas pertinentes. Este recorrido permite afirmar que las representaciones múltiples han sido objeto de estudio desde distintas áreas del conocimiento entre las cuales se encuentran: la psicología, la lingüística y la didáctica (Carriedo *et al.*, 1998; Santamaría, 1989; Duval, 2004).

Desde el enfoque de la didáctica estudiar la formación de conceptos ha sido de gran importancia, más aún cuando se emplean las representaciones múltiples con el propósito de desarrollar conceptos en el estudiante. Al fenómeno se han acercado Álvarez, 2011; Álvarez, 2013; Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015; García y Osorio, 2008; Orrego, Tamayo y López, 2012; Nappa, Insausti y Sigüenza, 2006, Solas-Portoles y San José, 2008, Mattus, Benarroch y Nappa, 2011; Rodríguez, Marrero y Moreira, 2001; Rodríguez y Moreira, 2002; Greca y Moreira, 1998; Otero y Banks-Leite, 2006; Galagovsky, Di Giacomo y Castelo, 2009; Capuano, Dima, Botta, Follari, De La Fuente, Gutiérrez y Perrotta, 2007; López, Saldarriaga y Tamayo, 2007; Tamayo y Sanmarti, 2003; Rojas, 2005; Añes y Velazco, 2007, entre otros.

Si bien la investigación tenía como objetivos identificar las representaciones múltiples como estrategia didáctica que poseían los docentes de los programas académicos de pregrado; caracterizar las condiciones mediadoras del contexto educativo que potenciaban o inhibían las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de conceptos; y analizar las convergencias y divergencias que emergían en torno a las representaciones múltiples como estrategia didáctica que tenían los docentes, se han encontrado en los mismos hallazgos, un potencial para la innovación en la evaluación del aprendizaje en ámbitos escolares juveniles.

## II. LO QUE SE ENTIENDE POR REPRESENTACIONES MÚLTIPLES

Al hablar de representaciones múltiples es conveniente tener una definición de lo que ellas son; en este sentido algunos campos del saber y ciencias como las cognitivas, la filosofía, la semiótica y la didáctica se han ocupado del caso.

Se asume para efectos de estas reflexiones, la postura indicada por las ciencias cognitivas, en las que las *representaciones* se constituyen en el elemento primordial en el cómo del almacenamiento de la información durante el proceso de aprendizaje (Álvarez, 2011; Álvarez, 2013; Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015). Y he aquí el primer llamado: si existen estos modos o maneras de almacenamiento, la evaluación debería tenerlos presentes y comenzar a ser coherentes con ellos; el no hacerlo se constituye en trampa para quien aprende, pues ni siquiera se trataría de desequilibrios cognitivos.

La innovación en este sentido no clama por extenso procesos de meditación e invención por iluminación sino de reconocimientos, tomas de conciencia y diseño generativo.

Las representaciones son vistas desde las ciencias cognitivas (Tamayo, 2006), como cualquier noción, conjunto de símbolos o signos que tienen como propósito significar algo del mundo exterior o interior de las personas. Según Duval (2004) las representaciones son la forma por medio de la cual la información se puede describir y ser tomada en cuenta por un sistema de tratamiento, en otras palabras, las representaciones son una *codificación de la información*. Otros autores como López et al., (2007) definen las representaciones como la construcción de sistemas de expresión y representación que pueden involucrar uno o varios sistemas de escritura, tales como: representaciones tridimensionales, representaciones gráficas, diagramas, redes, números, notaciones simbólicas, entre otras. Esto lleva a reconocer las personas, seres humanos comunes y corrientes y diferenciados que tienen diversas formas de codificar la información; por lo tanto la evaluación del aprendizaje en coherencia con las múltiples representaciones ha de ocuparse innovativamente de crear aproximaciones constantemente nuevas que hagan visible a la persona diversa. No todas las personas utilizan los mismos sistemas, mas se suele evaluar el aprendizaje como si así lo fuera; razón tiene Jackendoff (1994, citado por Pozo, 2003), en su analogía sobre las representaciones al asociarlas con las piezas de un lego, en el que no todas las fichas encajan con todas y al dejarlo de hacer, no sucede de cualquier forma, razón por la cual se generan algunas restricciones que pueden hacer más sencillas unas construcciones que otras. Los jóvenes en particular, más aún la condición de lo juvenil, en su diversidad, reclama de relectura sobre su ser y estar hoy en el mundo, ya no asociable de manera ligera a desorden y descuido, sino más bien a personas con búsqueda de voz pues tienen palabra para expresar y pensamiento propio sobre la realidad y mundo que afrontan.

Las representaciones se dividen en dos (ver figura 1), las representaciones internas y las representaciones externas, las cuales cumplen un papel importante en los procesos de la comunicación, de la enseñanza y, el aprendizaje (Duval, 2004; Tamayo, 2006, Álvarez, 2011; Álvarez, 2013; Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015) y que por tanto tienen presencia en evaluaciones más o menos exitosas y cambiantes.

Las representaciones internas son aquellas que se alojan en la mente de los jóvenes (ver figura 1); permiten mirar al objeto en ausencia de un significante perceptible (Duval, 2004; Tamayo, 2006); se enfocan en las imágenes mentales captadas por la percepción (Duval, 2004). La percepción juega un papel importante en el momento de consolidar las representaciones internas de los jóvenes debido a que los cinco sentidos son de importancia en este proceso; ellos, los jóvenes recurren a los sentidos, puerta de ingreso a los pensamientos. Por lo tanto van unidas al mundo de experiencias que cada joven vive, cotidianos que son profundamente distintos y distantes en la mayoría de los casos, mas que son generalmente asumidos en la evaluación del aprendizaje como si fuesen idénticas en modo, tiempo y lugar.

Las representaciones internas (ver figura 1) pueden ser de tres clases de acuerdo con lo planteado por Johnson-Laird (citado por Tamayo, 2006):

Primero, representaciones analógicas, que son como las imágenes mentales, consideradas en perspectiva de un modelo mental (Johnson-Laird, 1995 citado por Tamayo, 2006, p. 40).

Segundo, representaciones proposicionales (ver figura 1), también conocidas como representaciones tipo lenguaje, que son abstractas, discretas y ante todo se pueden expresar verbalmente; para conseguir dicha expresión verbal se deben articular una serie de símbolos y signos que se pueden articular entre sí (Tamayo, 2006).

Tercero, modelos mentales (ver figura 1), resultado de la acción cognitiva de las personas, en los cuales se reflejan las creencias de las jóvenes o los grupos; los modelos mentales pueden ser manipulados mentalmente con el propósito de que las personas puedan generar explicaciones y predicciones de los diferentes estados de ánimo y de los diferentes fenómenos (Vosniadou citado por Tamayo, 2006).

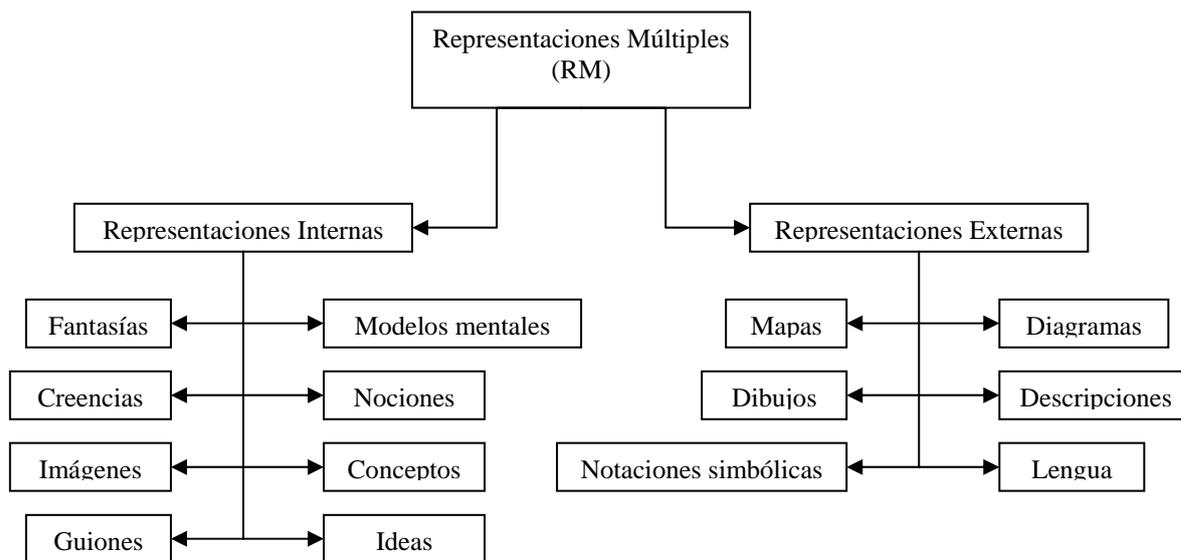


Figura 1. Clasificación de las representaciones múltiples<sup>1</sup>

Se abre el campo para la innovación de la evaluación del aprendizaje, si se piensa en la generación de alternativas para abordar con sensatez y principio de realidad, en marcos de la evidente diferencia entre jóvenes, las representaciones analógicas, las proposicionales y los modelos mentales, teniendo en cuenta en estos últimos los mismos paradigmas.

Las representaciones externas son aquellas que los jóvenes o los sistemas elaboran por sí mismos, teniendo en cuenta que no son síntomas como por ejemplo *la expresión de las emociones* percibida en la cara de las personas (Duval, 2004). Un punto de consideración para determinar la producción de una representación externa es que requiere ser efectuada por medio de la aplicación de sistemas semióticos (Duval, 2004).

En cuanto a la función de las representaciones externas de acuerdo con Duval (2004) y Tamayo (2006), cumplen unas netamente comunicativas y a la vez dos funciones cognitivas: la objetivación y el tratamiento. La objetivación se da en las representaciones de carácter consciente, *la función de objetivación (para sí) casi siempre se asimila a la de expresión para otro* (Duval, 2004). La función de tratamiento está ligada a la utilización de un sistema semiótico (Duval, 2004). Cuando se trabaja con representaciones externas, estas pueden responder solo a una de estas dos funciones.

<sup>1</sup> Figura tomada de Álvarez y Muñoz (2015, p. 125)

Hablar de una relación directa entre las representaciones internas y las representaciones externas es interesante, y a continuación se presentan varias diferencias existentes entre ellas.

Las representaciones externas son también denominadas semióticas (Duval, 2004), y desarrollan tres actividades cognitivas inherentes: formación, tratamiento y, conversión (Duval, 2004), de forma gradual y paulatina; partir de la formación y llegar a la conversión requiere de unas características, rasgos y procesos.

La *formación* de representaciones, en términos de Duval (2004), se define como un registro semiótico específico, ya sea con el propósito de expresar una representación interna o evocar objetos reales o tangibles. En segundo lugar, en este proceso cognitivo se encuentra el tratamiento, actividad que consiste en la transformación total o parcial del contenido de las representaciones iniciales, en otras palabras, se produce otra representación en el mismo registro inicial (Duval, 2004). La tercera y última actividad cognitiva es la *conversión* la cual se da *cuando la transformación produce una representación en un registro distinto al de la representación inicial* (Duval, 2004: 42).

Una evaluación del aprendizaje que tenga en cuenta las fases sucesivas de formación, tratamiento y conversión, no puede ser la tradicional; se hace obligatorio evolucionar hacia nuevas búsquedas, llegar a otras concepciones y diseños, más si se tiene presente la diferencia entre jóvenes y en horizontes desafiantes, si se evoca el tipo de ser humano que se pretende.

En primer lugar, Duval (2004) plantea la gran diferencia existente entre las representaciones internas de una persona y las representaciones externas que ella genera para producir sus propias representaciones internas. Al realizar el proceso antes descrito se evidencia una independencia entre las funciones de objetivación y de expresión encargadas de cumplir los procesos conscientes del sujeto (Duval, 2004).

Una segunda diferencia es que se separan las representaciones externas de las representaciones internas, se encuentra que las primeras tienen un grado de libertad que les permite realizar cualquier tipo de tratamiento de la información, situación que no ocurre con las representaciones internas (Duval, 2004, Tamayo, 2006).

En carácter de suposición –afirmación con carácter de verdad con apoyo teórico y empírico-, las representaciones internas que elaboran los jóvenes durante su vida académica formal e informal están ligadas al empleo de múltiples representaciones externas, las cuales permiten tanto a profesores como estudiantes moldear dichas representaciones internas llevando a la categorización de la información, formación de conceptos y posteriormente a un aprendizaje significativo.

### III. LAS REPRESENTACIONES MÚLTIPLES, UNA HERRAMIENTA EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ÁMBITOS ESCOLARES JUVENILES

Desarrollar procesos de enseñanza necesita de varios factores como tiempo y dedicación por parte del docente, si pretende alcanzar el objetivo central de lograr en los jóvenes la habilidad de desarrollar secuencias lógicas mentales tales como: categorización de la información, formación conceptual, aprendizaje, aprendizaje significativo. Por razones de espacio y propósito, en este escrito se llega solo hasta la *Formación Conceptual*, coincidiendo con el objetivo central del estudio base ya referido. Resurgen aquí interrogantes varios: ¿Las representaciones múltiples permiten la formación de conceptos?, ¿Cómo deben ser empleadas las representaciones múltiples en la formación conceptual?, ¿Cómo innovar en la evaluación del aprendizaje si se tienen en cuenta las representaciones?, ¿Qué tipo de persona se pretende?

Enseñar requiere de buscar alternativas para que los jóvenes aprendan, y las representaciones juegan allí un papel importante; el docente comunica o expresa sus conocimientos por medio de representaciones como escritos, mapas mentales, mapas conceptuales, mentefactos, dibujos, entre otros. Es decir, y en línea con la propuesta de Duval (2004), el profesor comunica sus representaciones internas (el conocimiento, los conceptos, entre otros), por medio de las representaciones externas pictóricas (dibujos, mapas, diagramas, entre otros) o lingüísticas (descripciones, uso de palabras y otras notaciones simbólicas).

De acuerdo con Álvarez (2011), un modelo centrado en la función del docente en el aula, lleva a generar un modelo de profesor que preste atención a los estilos de aprendizaje de sus estudiantes con el fin de que diseñe un esquema de clase adecuado. El estilo de aprendizaje del grupo puede ser el punto de partida para que los profesores identifiquen las representaciones que podrán incorporar en el proceso de enseñanza y de esta forma elaborar las clases.

Lo irónico en esta situación es que el profesor acude, con mayor o menor consciencia, a múltiples representaciones para cumplir su papel de enseñar, más olvida, desconoce e ignora generalmente en la evaluación las que habitan a los jóvenes. Cuando se supere tal situación las innovaciones serán abundantes y de alto valor.

La literatura ofrece una gran variedad de actividades que pueden ser desarrolladas en el aula por parte del profesor y otras por el joven cuando se incorpora en el ejercicio docente el uso de las múltiples representaciones, entre estas: las empleadas para expresar las representaciones internas (Duval, 2004), que permiten explorar las ideas previas de los estudiantes (Giordan, 1989), enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje (Nappa, Insausti y Sigüenza, 2005), ser empleadas en la elaboración y estructuración de cursos (García y Flores, 2005), identificar los errores conceptuales que presentan los estudiantes frente a una temática o curso (Serrano, 1987), ser material de tratamiento didáctico (García y Perales, 2006; Álvarez, 2011; Álvarez, 2013; Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015), permitir el desarrollo de aprendizajes significativos (Tamayo, 2006), conllevar a la formación conceptual (Tamayo, 2006, Álvarez, 2011; Álvarez y Muñoz, 2015), entre otros.

Y es que en verdad, los procesos de enseñanza-aprendizaje van ligados al uso de representaciones (Pozo, 2003). Como señala Tamayo (2006), el joven tiene facilidad de representar internamente cualquier cosa que sea percibida por los cinco sentidos, y lo que tiene alojado en la mente lo puede expresar o comunicar por medio de representaciones externas.

Las representaciones permiten forjar la mente del joven, partiendo de pequeñas adquiridas en los medios externo e interno, seguido por la sumatoria y empalme de las mismas que conformarán representaciones más grandes, hasta llegar a estructurar un complejo representacional denominado *cognición* (Álvarez, 2011: 33).

Algunos estudiosos en el campo de las ciencias cognitivas discuten sobre una posible desvinculación entre las representaciones verbales y las representaciones gráficas (Phylyshyn, 1984, 2002 citado por Thagard, 2008). En términos de Thagard (2008) se ha encontrado que la mente del ser humano usa las palabras y las imágenes para pensar, afirmación soportada en evidencias psicológicas, neurológicas y computacionales. Una posible desvinculación entre la palabra y la imagen puede llevar a la persona al punto de errores cognitivos.

Profesores y jóvenes al realizar acciones como pensar, imaginar, formar conceptos, aprender, entre otras, se dedican a trabajar de forma inconsciente con una sumatoria de representaciones las que posteriormente serán denominadas *modelos mentales*.

Giordan (1989) plantea que, construir un saber, una vida social y académica necesita de los estudios adelantados por la didáctica relacionados con las representaciones. La construcción del saber se genera de forma progresiva por medio de la interacción encontrada entre las representaciones externas obtenidas por los procesos de enseñanza u otras fuentes y las representaciones internas del sujeto que aprende (Giordan, 1989).

Enseñar requiere que el profesor conozca las representaciones internas de los jóvenes las cuales comunican por medio de las representaciones externas. Los pensamientos, sentimientos, creencias, saberes, entre otros, se encuentran alojados en la mente del estudiante, la función del profesor en este caso es indagar por medio de intervenciones didácticas las cuales se focalizan en el empleo de las múltiples representaciones externas aplicadas por él (profesor), y con el fin de explorar qué concepciones o conocimientos tiene el joven.

Como se señaló líneas atrás, algunos autores afirman que la formación de conceptos está ligada directamente con el empleo de representaciones en las intervenciones didácticas (Álvarez, 2011, Álvarez, 2013; Álvarez, 2014; Álvarez y Muñoz, 2015); enseñar es un proceso en el cual el profesor recurre a sus representaciones internas (conocimiento, conceptos, modelos mentales, conceptos científicos), luego son comunicados en su ejercicio de aula con cada una de sus intervenciones didácticas empleando representaciones externas (mapas mentales, mapas conceptuales, mentefactos, escritos, lecturas, dibujos, gráficos, entre otros).

Por otra parte el joven toma cada una de las representaciones externas proporcionadas por el profesor y las asimila de tal forma que las convierte en representaciones internas, como los conceptos, proceso que no ocurre de inmediato, sino que se va dando paulatinamente; hecho de importancia mayor en la evaluación del aprendizaje.

En esta serie de apoyos teóricos y en intencional cierre momentáneo, es del caso convocar de nuevo a Giordan (1989), quien considera que las representaciones pueden ser empleadas de múltiples formas, sirven como fuente de motivación y son material de tratamiento didáctico, y actualmente son empleadas en el área de la didáctica buscando el desarrollo conceptual en los estudiantes (Giordan, 1989).

Las representaciones desempeñan, entonces, papel importante en la didáctica, al desarrollar en los profesores herramientas estratégicas que permiten llevar al joven a la categorización de la información, formación conceptual, aprendizajes significativos, cambios y evoluciones conceptuales; y con implicaciones muy fuertes en la evaluación del aprendizaje.

Por otra parte como plantean Álvarez y Muñoz (2015), para lograr el desarrollo de aprendizajes significativos en los estudiantes se deben implementar intervenciones didácticas (ID) que presenten estructuras innovadoras o alternativas, las cuales deben iniciar con la exploración de ideas previas (IP) para que posteriormente se potencien procesos de enseñanza mediados por el empleo de las representaciones externas (Ver figura 2).

#### IV. LA EVALUACIÓN EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ÁMBITOS ESCOLARES JUVENILES

Para Angulo (2006), enseñar, aprender y evaluar son tres procesos inseparables; para empezar a dialogar sobre la evaluación se debe entrar a responder preguntas como: ¿qué evaluar?, ¿por qué hacerlo?, ¿cómo? y ¿cuándo? En este escrito se presta especial atención al qué y cómo, y en la medida en la que se va desenlazando el documento, las demás preguntas quedarán resueltas de forma implícita.

Buscar procesos de enseñanza efectivos y que desarrollen un aprendizaje significativo requiere de una serie de intervenciones didácticas constantes que permitan potenciar dichos aprendizajes, razón por la cual se propone una evaluación constante (Ver figura 2).

La línea histórica de la evaluación muestra desborde en una función principal enfocada en lo social, motivo de que el profesor de un informe de los progresos del estudiante en diferentes contextos, a él mismo y a la sociedad, ejercicio que desarrolla normalmente al final de un periodo académico (Angulo, 2006).

La evaluación sirve además para seleccionar y clasificar estudiantes. También, determina si el estudiante es merecedor del certificado que la sociedad exige al finalizar una etapa educativa. Esta evaluación es la de tipo sumativo (Angulo, 2006: 2).

Este tipo de evaluación es la que tienen interiorizada la mayoría de maestros noveles y expertos, lo que lleva a que algunas investigaciones contemporáneas sobre el concepto de evaluación busquen estrategias que permitan romper el paradigma y trascender en la evaluación.

En otro ángulo se encuentra la evaluación formativa, la cual según Sanmartí y García (1999 citados por Angulo, 2006:2), se usa para reconocer los conocimientos que el estudiante ha

elaborado y que serán la base de nuevos aprendizajes o para identificar los que habría que modificar.

La evaluación diagnóstica tiene como propósito identificar en qué nivel de profundidad y desarrollo se encuentran los conocimientos que el joven ha ido elaborando y que a la vez serán pilar de nuevos aprendizajes.

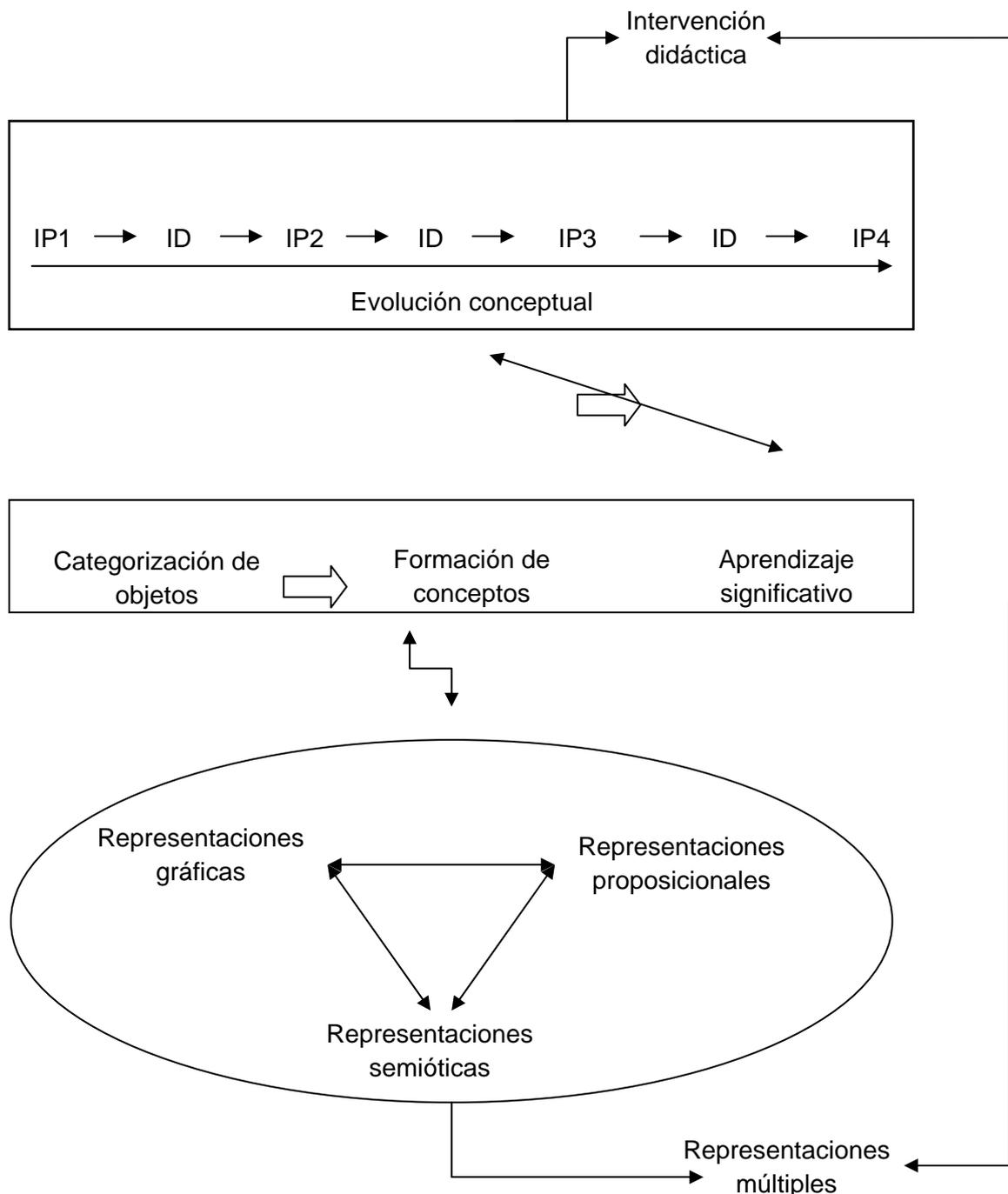


Figura 2. Incidencia de las representaciones múltiples en el desarrollo cognitivo <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Imagen tomada de Álvarez y Muñoz (2015, p. 134)

En resumen la taxonomía de la evaluación según Angulo (2006: 3) considera:

- *Inicial o Diagnóstica, al comienzo del proceso de enseñanza – aprendizaje. Su función es informar al profesor-formador y al estudiante, sobre cuáles son los conocimientos de este último sobre determinados contenidos.*
- *Formativa / Formadora, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje. Ambas tienen función reguladora, porque aportan información sobre el desarrollo del aprendizaje, lo cual permite hacer ajustes oportunos en la enseñanza. Si la función reguladora es solamente responsabilidad del profesor, se llama formativa, pero si eventualmente el mismo estudiante puede hacerse cargo de regularse, se llama formadora.*
- *Sumativa: Tiene lugar al finalizar una etapa del proceso enseñanza – aprendizaje. Su función es la tradicionalmente conocida, de informar al mismo estudiante, a la institución educativa y a la sociedad, sobre qué tanto aprendió durante su periodo de formación. En otras palabras, es la evaluación que sirve para aprobar o desaprobar (Angulo, 2006: 3)*

Para otros autores como Casanova (1998) la evaluación se presenta por funcionabilidad (sumativa y formativa), por su normotipo (nomotética, ideográfica), por su temporalización (inicial, procesual y final), y, por sus agentes autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación), (Ver figura 3).

La evaluación según su función muestra de un lado, que la evaluación sumativa lleva a la cuantificación del proceso de aprendizaje del contenido impartido por el profesor al joven; es la valoración de productos o procesos que se consideran terminados, con realizaciones o consecuciones concretas y valorables (Casanova, 1998: 80).

De otro lado que la evaluación formativa se enfoca en la valoración de procesos tanto de enseñanza como de aprendizaje, lo que lleva a hacer un seguimiento riguroso a cada uno de estos procesos, de tal forma que en todo momento se tenga el conocimiento adecuado de la situación evaluada y así permitir la toma de decisiones de forma inmediata (Casanova, 1998).

De acuerdo con el normotipo (referente que se toma para realizar la evaluación sujeto/objeto (Casanova, 1998: 86) siguiendo la línea de pensamiento de Casanova (1998), la evaluación se subdivide en: nomotética e ideográfica.

En la evaluación nomotética se identifican dos tipos de enfoques externos, la evaluación normativa y la criterial (Ver figura 3). La evaluación normativa supone la valoración de un sujeto en función del nivel del grupo en el que se halla integrado (Casanova, 1998: 88) en tanto la evaluación criterial busca plantear criterios externos que sean claros, precisos, y bien formulados, con el propósito de evaluar el aprendizaje, punto de partida de todo proceso evaluativo (Casanova, 1998).

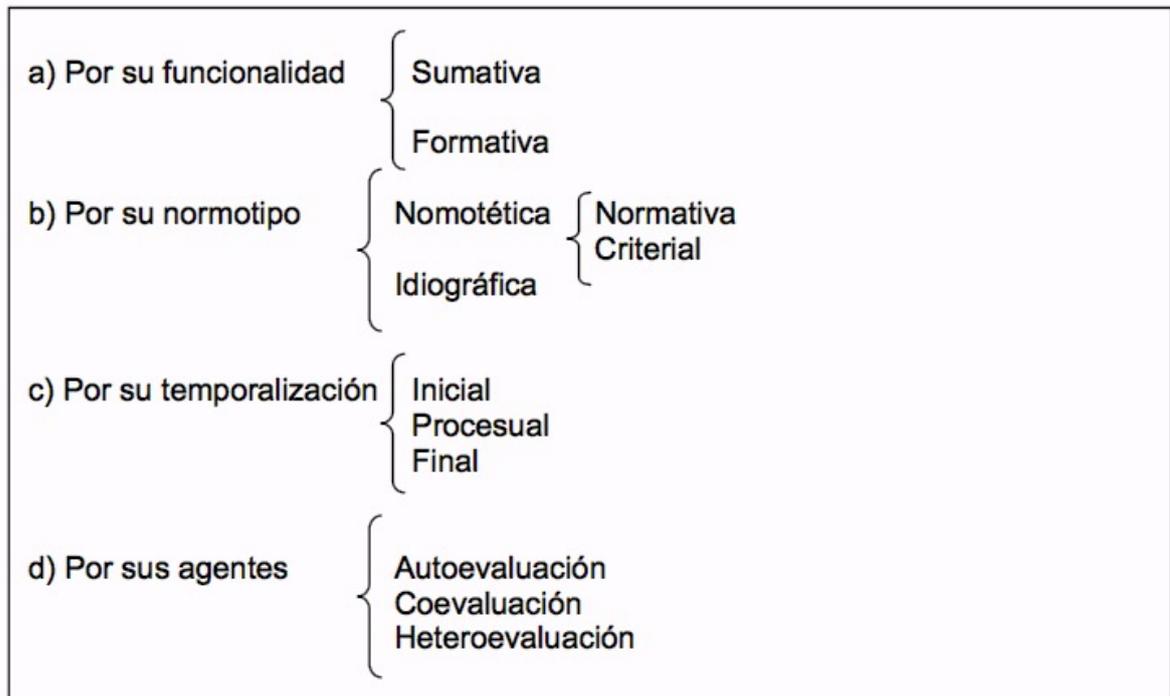


Figura 3. Tipología de la evaluación<sup>3</sup>

La evaluación ideográfica se da cuando el referente evaluador son las capacidades que el alumno posee y sus posibilidades de desarrollo en función de sus circunstancias particulares, es decir, un referente absolutamente interno a la propia persona evaluada (Casanova, 1998:92). El realizarla supone la valoración psicopedagógica inicial de esas capacidades y posibilidades del joven, y la estimación de los aprendizajes que puede alcanzar a lo largo de un periodo de tiempo determinado (un curso, un ciclo) (Casanova, 1998: 92).

En esta tipología de la evaluación propuesta por Casanova (1998), se habla de la evaluación por temporalización, la cual consiste en desarrollar intervenciones evaluativas en diferentes tiempos: inicial, procesual o final. La evaluación inicial es aquella que se aplica al comienzo de un proceso evaluador, en este caso referido a la enseñanza y aprendizaje. De esta forma se detecta la situación de partida de los jóvenes que posteriormente van a seguir su formación y, por lo tanto, otros procesos de evaluación adecuados a los diversos momentos por los que pasen (Casanova, 1998: 94).

La evaluación procesual se encamina a la valoración de los procesos de enseñanza y aprendizaje de profesores y estudiantes respectivamente; dentro de dicha valoración se presenta una obtención sistemática de datos y el análisis de los mismos, lo cual permitirá tomar decisiones relacionadas con el cambio o no de estrategias didácticas, pedagógicas y hasta evaluativas, esto con el fin de garantizar aprendizajes significativos en los estudiantes (Casanova, 1998). La evaluación final como su nombre lo indica, es la que se realiza al final de todo proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede ser implementada al final de una temática, un periodo o un año académico (Casanova, 1998) (Ver figura 3).

<sup>3</sup> Imagen tomada de Casanova (1998, p. 79)

Para culminar esta sección de la tipología de la evaluación, se da espacio a la evaluación por sus agentes, las personas que intervienen en el proceso, lugar propio para la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. Para Casanova (1998), la autoevaluación se presenta cuando el estudiante o el profesor evalúan sus propias actuaciones; la coevaluación es aquella que se realiza de forma conjunta por parte de todos los agentes, en este caso profesor y joven; por último, la heteroevaluación o evaluación de cualquier individuo sobre otro, visto desde diferentes aristas tales como su actuación, trabajo, eficacia, etc. (Ver figura 3).

Retomando la propuesta evaluativa visualizada en la figura 2, que en términos de Casanova (1998) es una evaluación procesual, en un análisis en profundidad evidencia que en ella están de forma explícita e implícita los diferentes tipos de evaluación. En primer lugar, se exploran ideas previas, punto de partida de todo proceso de enseñanza, luego se implementa una intervención didáctica en la cual se propone que el profesor incorpore el uso de las representaciones múltiples (representaciones gráficas, representaciones proposicionales y representaciones semióticas); posterior a esta intervención didáctica se retoma otra exploración de ideas previas con el fin de evidenciar de que forma la intervención didáctica aportó a los saberes iniciales de los estudiantes; nuevamente se aplica una intervención didáctica basada en representaciones culminando con exploración de saberes en los estudiantes, lo cual lleva a identificar si se desarrolla una evolución conceptual en ellos, a la vez que permite evaluar de forma constante tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje, todo en pro de generar aprendizajes significativos (Ver figura 2).

## V. METODOLOGÍA

El estudio fuente de este documento es de corte descriptivo, comprensivo y de análisis mixto; incorpora las dimensiones cuantitativa y cualitativa en función de lograr una comprensión más detallada de las interacciones entre las representaciones múltiples más empleadas por los docentes al momento de buscar formar conceptos. De acuerdo con Hernández, Fernández, Baptista, (2010) y Bernal (2010), se trata de un estudio no experimental de tipo transversal (transeccional); en el cual se aplicaron dos entrevistas semiestructuradas, que permitieron identificar las representaciones múltiples empleadas en el ejercicio docente en ámbitos universitarios.

La investigación fue desarrollada en tres momentos

**Primer momento: Representaciones iniciales sobre las representaciones múltiples de los profesores:** Aplicación de un test para conocer las representaciones iniciales que tienen los docentes de ámbito universitario sobre el conocimiento y empleo de las representaciones múltiples empleadas para realizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

**Segundo momento: Caracterización de las representaciones múltiples de los docentes:** Aplicación de un instrumento con el propósito central de identificar las diferentes representaciones empleadas por los profesores al momento de enseñar y buscar la formación conceptual.

**Tercer momento: Análisis de convergencias y divergencias:** Análisis directo entre la exploración de representaciones iniciales y la caracterización de las representaciones

múltiples empleadas por cada profesor al momento de enseñar sus cursos. Lo anterior permitió distinguir los diferentes métodos y/o herramientas didácticas empleadas por los profesores al momento de buscar la formación conceptual en cada saber

Las categorías abordadas a partir de las cuales se realizaron los diferentes análisis fueron: *representaciones internas, representaciones externas, interacción representaciones externas-representaciones internas y caracterización de las representaciones.*

## VI. RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta la información más relevante identificada de acuerdo con las cuatro categorías abordadas en el estudio.

Respuestas por parte de los docentes
<p><b>Representaciones internas:</b> Para realizar el análisis de forma completa, se toman los datos ubicados en la categoría: emociones, ideas, sentimientos, creencias, representación analógica, conceptos, modelo mental. Para efectos del presente documento se citan algunas de las respuestas dadas por los docentes.</p> <p><i>S10R6I1 Las representaciones internas o mentales son aquellas formadas por el individuo y se relacionan con las emociones y sentimiento que se generan de un concepto.</i></p> <p><i>S8R6I1 Son las ideas, creencias o imaginarias sobre algo en este caso un concepto.</i></p> <p><i>S1R3I1 Porque desde allí se complementa el conocimiento previo con el que llegan las estudiantes al aula. Además amplía el campo de comprensión sobre la realidad.</i></p> <p><i>S1R1I1 Definición de una idea con características que permite identificarla y diferenciarla de las demás.</i></p> <p><b>Representaciones externas:</b> Se identificaron tres subcategorías: representaciones lingüísticas, representaciones semióticas, representaciones pictóricas. Algunas de las respuestas más representativas son:</p> <p><i>S5R4I1 Se realizan diálogos participativos donde se establecen las concepciones e interpretaciones de esos elementos y objetos tema del estudio.</i></p> <p><i>S4R10I1 Los sistemas de escritura podrían estar relacionados con esas formas de representar al mundo, desde mentefactos, mapas mentales, esquemas.</i></p> <p><i>S12R4I1 Resúmenes, mapas conceptuales exploración de imágenes,</i></p>

*asociación, cuadros, diagramas etc.*

**Interacción de las representaciones externas – representaciones internas:** Dentro de los propósitos de la interacción entre representaciones externas y representaciones internas, se resalta en los profesores la búsqueda de la formación conceptual; aunque no es parte de los objetivos también se identifica que la interacción de las representaciones externas y las internas puede llevar al desarrollo de aprendizajes significativos. La categorización se evidencia en las siguientes respuestas dadas por los profesores.

*S1R9I1 las representaciones externas son formas de leer o interpretar la realidad que en un colectivo pueden ser tomadas para reconstruir, enriquecer o complementar la idea que tenemos de la realidad.*

*S1R9I1 las representaciones externas son formas de leer o interpretar la realidad que en un colectivo pueden ser tomadas para reconstruir, enriquecer o complementar la idea que tenemos de la realidad.*

*S11R3I1 La formación de conceptos le permitirá comprender el desarrollo de los mismos, darse cuenta que esta son producto de construcciones humanas que van tomando forma y consistencia con lapso del tiempo y de ser proceso histórico.*

*S12R3I1 Es importante porque a través de ellos pueden interpretar su realidad y asociar al medio que le rodea. De esta manera pueden elaborar sus propios conceptos de cada una de las disciplinas en su saber.*

**Caracterización de las representaciones:** Se encontraron en los profesores unas condiciones mediadoras que inhiben o que potencian las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de conceptos. Emergieron dos categorías, incidencia negativa de las representaciones e incidencia positiva, la segunda conformada por: aprendizaje de conceptos, ejercicio profesional, comprensión de conceptos, herramientas para la formación de conceptos, ambientes óptimos para la conceptualización, enriquecimiento de los procesos de formación conceptual, formación de aprendizajes, favorecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje, trabajo interdisciplinar, modelo pedagógico.

*S1R2I1 Significativamente pues permite estructurar, comprender y aprender conceptos relacionados con el campo de conocimiento desde donde se está trabajando.*

*S10R2I1 Influye en la conformación del concepto y su significado a partir de su relación con el ambiente de aprendizaje, as estrategias de enseñanza y la condición objetiva sobre el mismo*

*S8R2I2 Utilizo todas las representaciones excepto los números. Las anteriores pues considero que ayudan a dar estructura el pensamiento.*

*S1R4I2 Por lo que representan, porque ejemplifican y permiten complementar el saber construido por las maestras.*

*S2R4I2 Con respecto a los textos los mismos permiten obtener una información más amplia y vincular la investigación a los resultados de las mismas a la conceptualización de los temas trabajados.*

*S5R4I2 Porque permiten una comprensión de los conceptos que se abordan así como centran la atención del auditorio y una participación más activa. Facilita la interacción entre estudiante - Maestro.*

*S9R3I1 Porque de esta manera se construye su propio aprendizaje.*

*S5R9I1 Pues son las que hacen que se transforme el pensamiento y por ende el conocimiento.*

*S4R7I2 Desde la planeación de un cronograma de entregas periódicas los estudiantes presentan los avances de los textos académicos. También relación mapas conceptuales, que son analizados y relacionados en público.*

*S5R7I2 A lo largo de la secuencia didáctica aplicada en las sesiones de clase programadas y de acuerdo a los intereses y necesidades de los estudiantes.*

**Tabla 1.** Respuestas más significativas de los docentes en los diferentes momentos de la recolección de la información.

## VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En el trabajo realizado, los profesores muestran una serie de factores comunes, similitudes que permiten ubicarlos en modelos conceptuales específicos partiendo de las categorías analizadas en cada caso (a. representaciones internas; b. representaciones externas; c. interacción de las representaciones externas – representaciones internas; d. caracterización de las representaciones).

En la primera categoría, representaciones internas, se observa que los profesores coinciden en una concepción poco clara sobre "concepto", siendo este tomado como un modelo mental por el investigador; los modelos mentales parten de la estructura consolidada por cada quien, pueden ser subjetivos y son formas de percibir el medio.

Respecto a las representaciones externas, las que más predominaron en los profesores fueron las representaciones lingüísticas. Cada uno de los profesores expuso que este tipo de representación es la más usada por ellos al momento de realizar su ejercicio docente y al querer enseñar un concepto; la articulación de las representaciones semióticas con las representaciones lingüísticas fue la más evidente.

Dentro de las acciones, la más trabajada por los profesores es la *interacción representaciones externas – representaciones internas*; los profesores la resaltan como la función más importante en su ejercicio docente debido a que permite desarrollar tres ejercicios cognitivos esenciales de todo ser humano, categorización, formación de conceptos, aprendizajes significativos (este último no objeto de estudio de la presente investigación más si categoría emergente); en todos los casos, la formación de conceptos fue la función de mayor interés para desarrollar al momento de realizar los procesos de enseñanza.

En la caracterización de las representaciones, cuarta categoría trabajada, se observó como rasgo común en los profesores que las condiciones mediadoras inciden de forma positiva en las representaciones múltiples como estrategia didáctica; dicha incidencia evidencia que cada uno de ellos busca desarrollar en sus estudiantes el aprendizaje de conceptos, comprensión de conceptos, enriquecer los procesos de formación conceptual, lo cual conlleva a generar aprendizajes y, favorece los procesos de enseñanza-aprendizaje; se identifica que para los profesores los modelos pedagógicos institucionales y el trabajo interdisciplinar son factores que pueden potenciar o inhibir el empleo de las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de conceptos.

Como lo plantea Duval (1999: 25) "No es posible estudiar los fenómenos relativos al conocimiento sin recurrir a la noción de representación". No hay conocimiento sin semiosis (Duval, 2004; Tamayo, 2006; Álvarez 2011).

## VIII. CONCLUSIONES

Se observa en los profesores poca claridad en cuanto a una definición específica de la palabra "concepto"; responden de varias formas y por medio de ejemplos sin tener claridades específicas y partiendo de la subjetividad de los saberes y contextos. La concepción de "concepto" es asumida como un modelo mental presente en cada uno de los profesores, partiendo del principio de Duval (2004) y de Tamayo (2006).

La representación externa más empleada en el ejercicio docente por parte de los profesores es la representación lingüística, y es considerada como la más práctica para realizar los procesos de enseñanza de los diferentes saberes. Se identifica que las representaciones pictóricas son empleadas en un segundo lugar, tomada como una actividad de apoyo y no como una actividad fundamental de desarrollo conceptual.

Los procesos de enseñanza y el empleo de representaciones múltiples desarrollan en los jóvenes tres ejercicios cognitivos esenciales que son manifestados de forma lineal: categorización de la información, formación de conceptos y, aprendizaje significativo.

De acuerdo con el contexto educativo (saberes específicos), los profesores en su ejercicio profesional buscan desarrollar en los estudiantes por medio del uso de las representaciones, el aprendizaje y la comprensión de conceptos, enriquecen los procesos y procuran generar ambientes óptimos para la formación de conceptos.

Se identifica que existe una fuerte incidencia en los modelos pedagógicos institucionales que inhiben o potencian las representaciones múltiples como estrategia didáctica en la formación de conceptos.

Si los elementos reconocidos en las representaciones múltiples, partiendo de los paradigmas como limitadores y a la vez propiciadores de las nuevas posibilidades, son releídos en clave de evaluación del aprendizaje, los profesores generarán innovaciones de alto valor, que potencialmente han de considerar el tipo de ser humano y persona que se quiere lograr en el ámbito escolar juvenil. Los jóvenes tienen razones para lo que piensan y hacen, tienen palabra en reclamo de voz, asunto de vital importancia en los procesos de aprendizaje y evaluación en el ámbito escolar. Los jóvenes son diversos, con mayor notoriedad hoy en día, protagonistas de cambios políticos desde sus múltiples posibilidades de ser y estar: activistas, altermundialistas, en masculino, en femenino, deportistas, digitales, grafiter@s, indígenas, indignad@s, inmigrad@s, obrer@s, pingüin@s, raper@s, rurales, urban@s.

Dimensionar la evaluación del aprendizaje en el ámbito escolar juvenil es reconocer seres diferenciados con diversas formas de codificar la información; con un mundo de experiencias distinto y por lo tanto no asumibles en la evaluación del aprendizaje como si fuesen idénticas en modo, tiempo y lugar; seres humanos con representaciones analógicas, proposicionales y modelos mentales diferentes y todos en necesidad de cruzar los umbrales sucesivos de formación, tratamiento y conversión.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez Tamayo, O.D. y Muñoz Oyola, J.E., (2015). Desarrollo de los saberes específicos por medio del uso de las representaciones múltiples. En Rojas Cordero, W., Ramírez, G., Saavedra Rey L., [et. al] (Eds). *Perspectivas de investigación: una mirada desde la antropología pedagógica*, pp. 121 – 139. Bogotá: Editorial Bonaventuriana.
- Álvarez Tamayo, O.D., (2011). *Incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto transporte celular en estudiantes universitarios*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.
- Álvarez Tamayo, O.D., (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario Educativo*. 27 (62), pp. 115-135.
- Álvarez Tamayo, O.D., (2014). Las representaciones múltiples como estrategia didáctica en el ejercicio docente. En Arboleda Aparicio (Ed.). *La Tarea de Educar*, pp. 51-65. Colombia: REDIPE.
- Angulo Delgado, F. (2006). Enseñar, Aprender, Evaluar en Ciencias Naturales: tres procesos inseparables. Documento del Diplomado en Fundamentación Pedagógica orientado por el Departamento de Pedagogía de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia., pp. 1-14

- Añes, O., Ferrer, K. y Velazco, W. (2007). Uso de mapas conceptuales y trabajo cooperativo en aulas con elevada matrícula estudiantil. *Acción pedagógica*. N° 16, pp. 174-181.
- Bernal, C.A., (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (3ª Ed.). Bogotá: Pearson.
- Capuano, V., Dima, G., Botta, I.L., Follari, B., De La Fuente, A., Gutiérrez, E. y Perrotta, M.T. (2007). Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8°. *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 44 (2), pp. 1 - 12.
- Carriedo, N., Moreno, S., Gutiérrez, F. y García-Madruga, J.A. (1998). Modelos mentales en conjunciones, disyunciones y condicionales: replicación de un estudio de Rips. *I jornadas de psicología del pensamiento*, pp. 39-56.
- Casanova, M. A. (1998). Evaluación: Concepto, tipología y objetivos. *La evaluación educativa*, 67-102.
- Duval R., (1999). Registros de representación, comprensión y aprendizaje. Duval, R., (Ed). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*, pp. 25 - 79. Santiago de Cali; Universidad del Valle.
- Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. (2ª Ed.). Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Galagovsky L., Di Giacomo M.A. y Castelo V. (2009), Modelos Vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 8 (1).
- García Castro, L.I. y Osorio Cárdenas, A.M. (2008). Modelos mentales sobre el concepto de medida. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. 4 (2), pp. 135-150.
- García Franco A., Flores Camacho F., (2005). Las representaciones múltiples sobre la estructura de la materia en estudiantes de secundaria y bachillerato: Una propuesta de análisis. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Numero Extra, VII Congreso.
- García, J.J., Perales, F.J. (2006). ¿Cómo usan los profesores de química las representaciones semióticas? *Revista electrónica Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5 (2), pp. 247 - 259.
- Giordan A, (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp. 53 - 62.
- Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 16 (2), pp. 289 - 303.
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., Baptista Lucio P., (2010). *Metodología de la Investigación*. (5ª Ed.). McGraw Hill.
- López, R., Saldarriaga, J.A. y Tamayo, O.E. (2007). Análisis de representaciones gráficas en libros de texto de química. *Latinoam.estud.educ. Manizales*. 3 (2), pp. 61 - 86.
- Matus L., Benarroch A. y Nappa N.; (2011). La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 10 (1), pp. 178 - 201.
- Nappa N., Insausti M.J. y Siguenza, A. F. (2006). Características en la construcción y rodaje de los modelos mentales generados sobre las disoluciones. *Revista Eureka*, 3 (1), pp. 2 - 22.

- Nappa, N., Insausti, M.J. y Singuenza, A.F. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol 2, (3), pp. 344 - 363.
- Orrego Cardozo, M., Tamayo Alzate, O.E. y López Rúa, A.M. (2012). Modelos mentales y obstáculos en el aprendizaje de estudiantes universitarios sobre el sistema inmune. *Revista EDUCyT. Asociación Colombiana para la Investigación en Ciencias y Tecnología*. Vol. 6, pp. 88-102.
- Otero, M.R. y Banks-Leite, L. (2006). Modelos mentales numéricos: un estudio descriptivo en la enseñanza media. *RELIME Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol. 9 (1), pp. 151-178.
- Pozo J.I., (2003). El aprendizaje como adquisición de representaciones. En Pozo (Ed.). *Adquisición de conocimiento*, pp. 70 - 116. Madrid: Ediciones Morata.
- Rodríguez Palmero, M.L. y Moreira, M.A. (2002). Modelos mentales vs. Esquemas de célula. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 7 (1), pp. 77-103.
- Rodríguez Palmero, M.L., Marrero Acosta, J. y Moreira, M.A. (2001). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 6 (3), pp. 243-268.
- Rojas Álvarez, C. (2005). Mentefactos y niveles de razonamiento geométrico, según Van Hiele, en alumnas de Licenciatura en Pedagogía Infantil. *Revista del instituto de estudios superiores en educación*. N° 6. pp. 82-93.
- Santamaría, C. (1989). Modelos mentales y Razonamiento semántico: el silogismo. *Cognitiva*. Vol. 2 (2), pp. 21-36.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de los alumnos en biología: Estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), pp. 181 - 188.
- Solaz-Portolés J.J. y San José V. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato. *Revista Electrónica de Investigación y Pedagogía*, 10 (1). Descargado 4 de abril de 2013, de: <http://redie.uabc.mx/vol10/no1/contenido-solaz.html>
- Tamayo O.E., (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, Vol. XVIII (45), pp. 39 - 49.
- Tamayo, O.E. y Sanmarti, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niños y Juventud*, Vol. 1, (1), pp. 1- 16.
- Thagard P., (2008). *La mente. Introducción a las ciencias cognitivas*. Argentina: Kats Editores.