

# APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: DE LA VISIÓN CLÁSICA A LA VISIÓN CRÍTICA<sup>12</sup>

**Marco Antonio Moreira**  
Instituto de Física da UFRGS  
Caixa Postal 15051 - Campus  
91501-970 Porto Alegre, RS  
www.if.ufrgs.br/~moreira

## Resumen

El objetivo de esta presentación es destacar, de un modo resumido y esquemático, distintas visiones del aprendizaje significativo y, al hacerlo, abordar el tema de manera histórica y prospectiva. Se empieza con una visión clásica de Ausubel y sucesivamente se pasa a las visiones humanista de Novak, interaccionista social de Gowin, cognitiva contemporánea de Johnson-Laird, a la complejidad y progresividad de Vergnaud, autopoietica de Maturana, computacional de Araujo y Veit, hasta llegar a la visión crítica del propio autor.

## La visión cognitiva clásica

La perspectiva cognitiva clásica de aprendizaje significativo es la propuesta por David Ausubel en la década del sesenta (Ausubel, 1963; 1968) y reiterada por él recientemente (Ausubel, 2000).

El núcleo duro de esa perspectiva es la *interacción cognitiva*, no arbitraria y no literal entre el nuevo conocimiento, potencialmente significativo, y algún conocimiento previo, específicamente relevante, llamado subsumidor existente en la estructura cognitiva del aprendiz.

Esta interacción está esquematizada en la Figura 1 mientras que la teoría como un todo esta diagramada conceptualmente en la Figura 2.

La esquematización propuesta en la Figura 1 corresponde al *aprendizaje significativo subordinado* que es el caso más común. Sin embargo, cuando un concepto o proposición potencialmente significativo más general e inclusivo que las ideas o conceptos ya establecidos en la estructura cognitiva es adquirido a partir de estos, y se pasa a asimilarlos, el aprendizaje se denomina *superordenado*. Por último, el aprendizaje de conceptos o proposiciones que no son subordinables, y no son capaces de subordinar a algún subsumidor, se considera *combinatoria*. El aprendizaje significativo de ciertas leyes científicas, por ejemplo, puede implicar esta última forma de aprendizaje significativo, pues la comprensión de la relación científica subyacente a la expresión lingüística o matemática de la ley, requiere un conocimiento más profundo del área. La interacción no es con algún conocimiento

---

<sup>1</sup> Conferência de cierre del **V Encontro Internacional sobre Aprendizaje Significativo**, Madrid, España, Setiembre de 2006 y del **I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática**, Tandil, Argentina, Abril de 2007. Una versión preliminar y reducida de esta conferencia fue presentada en el **I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, Campo Grande, MS, Brasil, abril de 2005. En ambos casos, el texto correspondiente está publicado en las respectivas Actas.

<sup>2</sup> Traducción de Maria Rita Otero, Conicet-Niecyt, Unicén, Tandil, Argentina.

específicamente relevante, como en la forma subordinada, pero sí, con un "background" en el área en cuestión. Obsérvese que tal como esta indicado en la Figura 1, el olvido es la continuidad natural del aprendizaje significativo, pero hay un residuo, o sea, un subsumidor modificado. Los nuevos conocimientos acaban siendo obliterados, subsumidos. Pero de alguna forma están en el subsumidor y eso, facilita el aprendizaje.

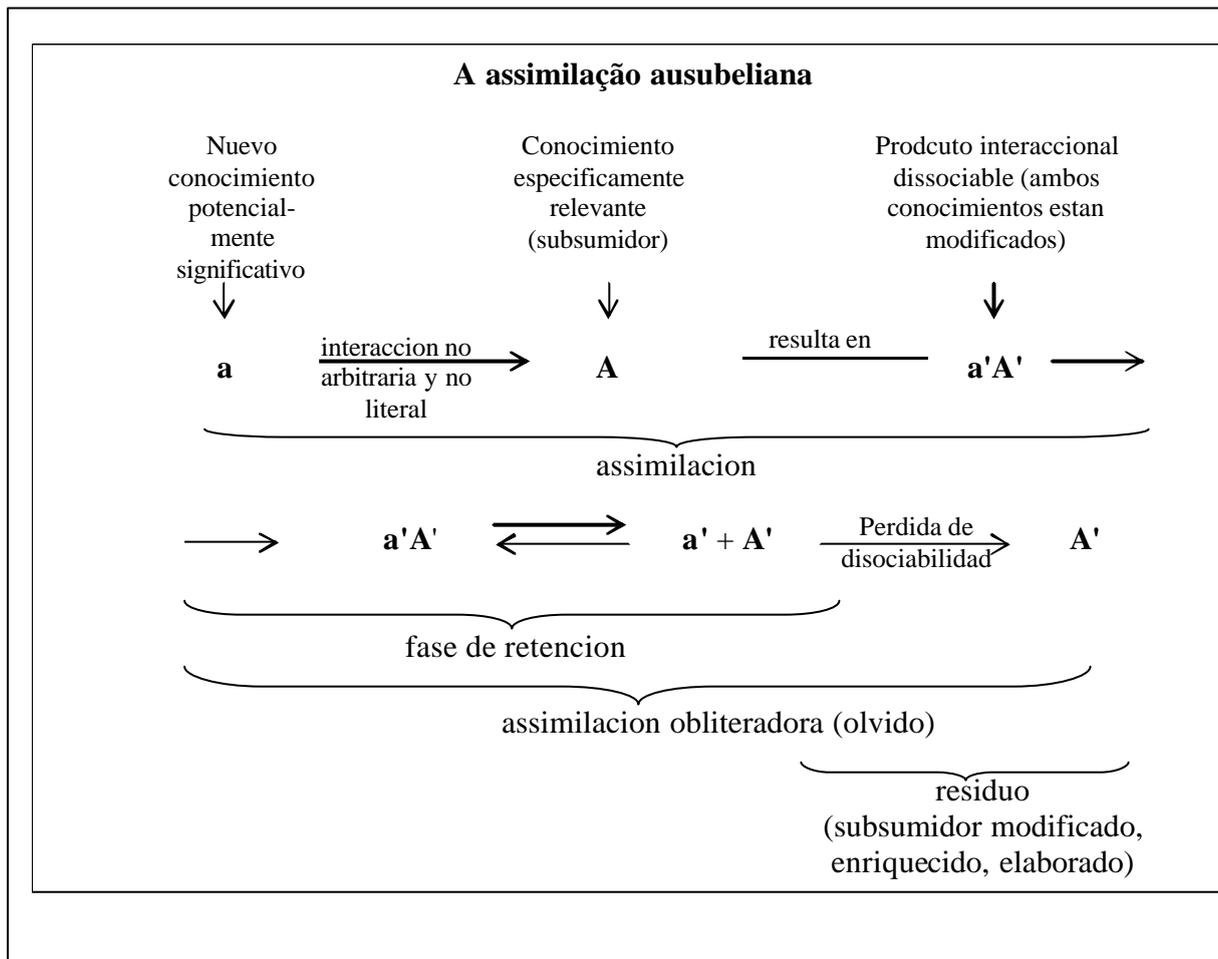


Figura 1. A aprendizagem significativa en la visión cognitiva clásica de Ausubel.

En la visión clásica, aquello que el aprendiz ya sabe es el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje. Naturalmente, entonces, la enseñanza debe necesariamente ser conducida en consecuencia.

En esa perspectiva, las *condiciones* para el aprendizaje significativo son la *potencialidad significativa* de los materiales educativos (i.e., deben tener significado lógico y el aprendiz debe tener subsumidores específicamente relevantes) y la *predisposición del sujeto para aprender* (i.e., intencionalidad de transformar en psicológico el significado lógico de los materiales educativos).

Estas condiciones aparecen al tope de la Figura 2. En esta figura también se ve que el aprendizaje significativo puede ser representacional (de representaciones), conceptual (de conceptos) o proposicional (de proposiciones). La diferenciación progresiva y la

reconciliación integradora son, al mismo tiempo, procesos de la dinámica de la estructura cognitiva y principios programáticos de la organización de la materia de enseñanza, así como la consolidación (de lo que está siendo estudiado y aprendido). La organización secuencial es el principio programático según el cual se debe sacar partido de las dependencias secuenciales naturales existentes en la materia de enseñanza. Finalmente, en la parte inferior de la Figura 2 aparecen conceptos considerados secundarios en la estructura de la teoría. Aprendizaje subordinado derivativo es aquel en el que el nuevo material aprendido no provoca grandes cambios o enriquecimientos del subsumidor, mientras que correlativo es aquel aprendizaje que extiende, elabora, modifica o clarifica la idea de anclaje.

### **La visión humanista**

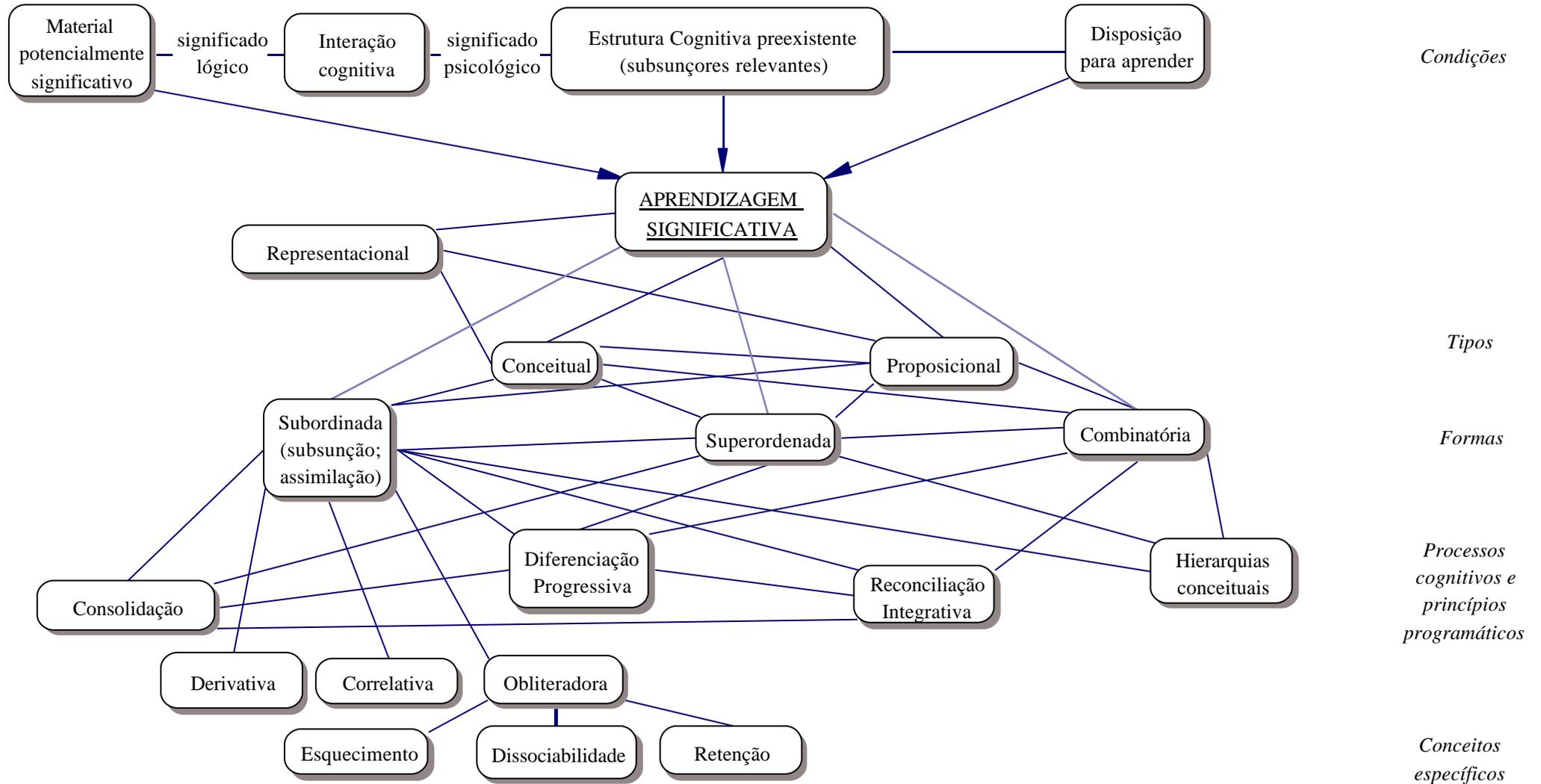
Joseph Novak (1981; Novak e Gowin, 1996) colaborador de Ausubel y coautor de la segunda edición de la obra básica sobre aprendizaje significativo (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980), da al aprendizaje significativo una connotación humanista, proponiendo que este subyace a la integración constructiva, positiva, entre pensamientos, sentimientos y acciones que conducen al engrandecimiento humano.

Esa integración entre pensamientos, sentimientos y acciones puede ser positiva, negativa o matizada. La perspectiva de Novak es que cuando el aprendizaje es significativo el aprendiz crece, tiene una sensación buena y se predispone a nuevos aprendizajes en el área. Pero el corolario de eso es que cuando el aprendizaje es siempre mecánico el sujeto acaba por desarrollar una actitud de rechazo a la materia de enseñanza y no se predispone a un aprendizaje significativo. Mucho de lo que pasa en las situaciones de enseñanza y aprendizaje ocurre entre esos dos extremos. La visión de Novak es importante porque la predisposición para el aprendizaje es una de las condiciones de aprendizaje significativo y ciertamente tiene que ver con la integración de pensamientos, sentimientos y acciones.

La óptica de Novak está esquematizada en la Figura 3. En esta figura aparecen también los llamados lugares comunes de la educación – aprendizaje, enseñanza, currículo, medio social y evaluación (agregado por Novak) que también estarían integrados en el aprendizaje significativo.

Aunque muy difundidos por Novak (2000), los mapas conceptuales son solo una posible estrategia facilitadora del aprendizaje significativo, así como los diagramas V (Gowin & Alvarez, 2005).

Figura 2. Um mapa conceitual para la Teoría del Aprendizaje Significativo



## La visión interaccionista social

La perspectiva interaccionista social del aprendizaje significativo está en el abordaje triádico (alumno ? profesor ? materiales educativos del currículo) de D.B.Gowin (1981; Novak e Gowin, 1996) esquematizado en la Figura 4. Se trata de una visión básicamente vygotskyana en la cual el proceso de enseñanza-aprendizaje se ve como una negociación de significados cuyo objetivo es compartir significados acerca de los materiales educativos del currículo. El profesor (mediación humana) es quien ya domina los significados aceptados en el ámbito de la materia de enseñanza y el aprendizaje es aquel que busca captar tales significados. Cabe al profesor, presentar de las más diversas maneras, y varias veces si es necesario, esos significados y buscar evidencias acerca de si el alumno los está captando. Al alumno le compete verificar si los significados que está captando son aquellos aceptados en el contexto de la materia de enseñanza. Es eso lo que se entiende por negociación de significados y ella ocurre en otro contexto que es el medio social.

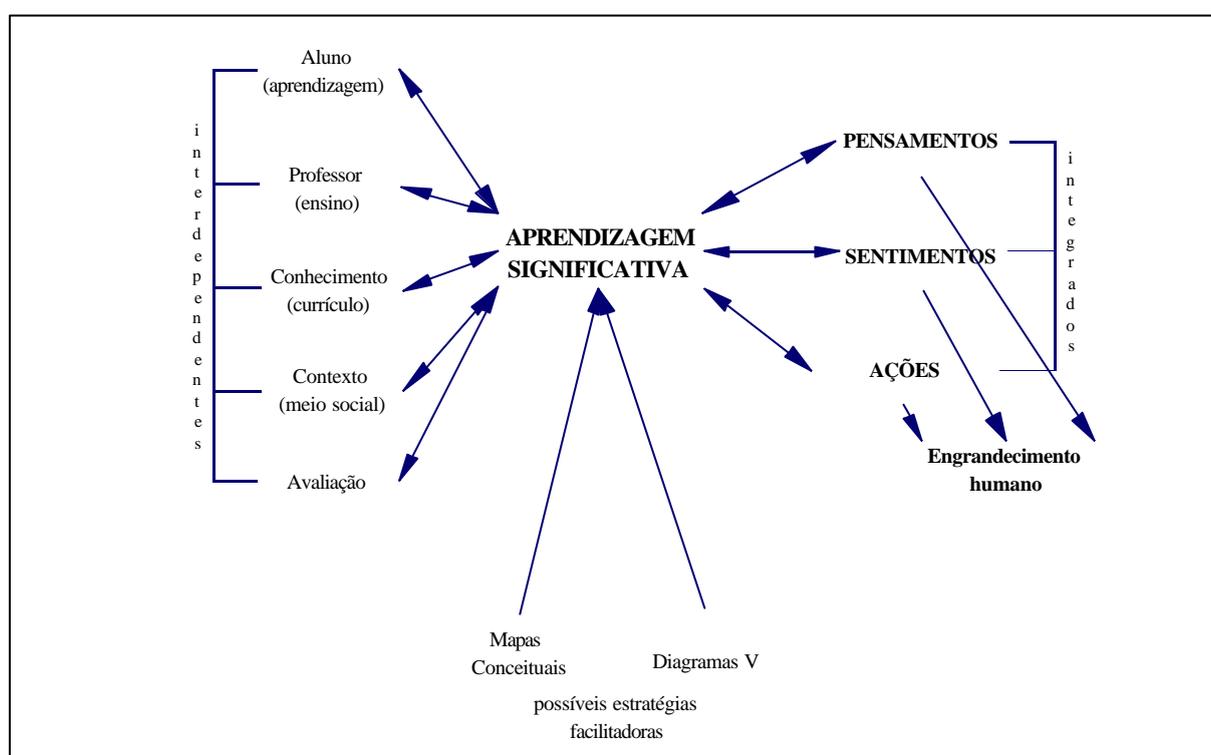


Figura 3: A aprendizagem significativa em a visão humanista de Novak.

En ese modelo, un episodio de enseñanza se consume cuando el alumno capta los significados que el profesor quería que él captase y que son aquellos ya aceptados por una comunidad de usuarios. Es en ese sentido que hay un compartir de significados.

Desde este punto de vista, el aprendiz está en condiciones de decidir si quiere aprender significativamente, cuando capta los significados aceptados en el ámbito de la materia de enseñanza, compartiendo significados con el profesor respecto de los materiales educativos del currículo. Es decir que Gowin introduce la idea de captación de significados como algo anterior al aprendizaje significativo propiamente dicho.

En el proceso de negociación de significados típico de este abordaje, el lenguaje (mediación semiótica) tiene un papel fundamental, imprescindible (Moreira, 2004).

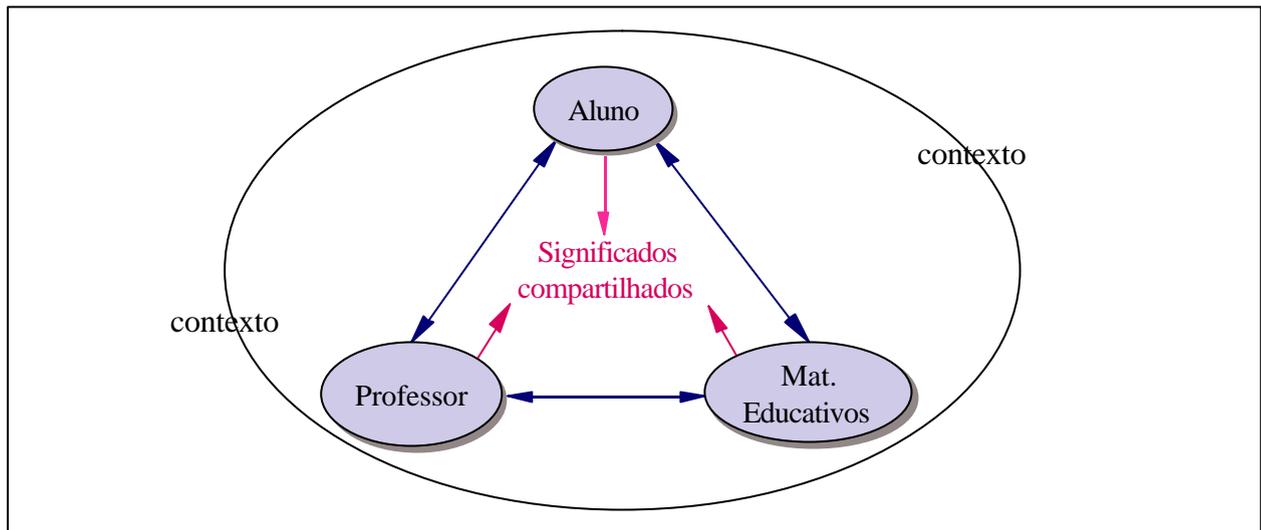


Figura 4. El Aprendizaje Significativo en la visión interaccionista social de Gowin

### La visión cognitiva contemporánea

La idea clásica de Ausubel de interacción entre nuevos conocimientos y conocimientos previos que está en la esencia del aprendizaje significativo es, sin duda, muy apropiada. Sin embargo, ella dice poco acerca de cómo sucede esa interacción.

La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983) ofrece una explicación en este sentido: frente a un nuevo conocimiento, una nueva situación, la primera representación mental que el sujeto construye, en su memoria de trabajo, es un modelo mental (un análogo estructural de esa situación). En ciertas circunstancias esta representación se puede estabilizar y evolucionar hasta un esquema de asimilación piagetiano (Moreira, 2002; Greca e Moreira, 2002). Eso es lo que está esquematizado en la Figura 5.

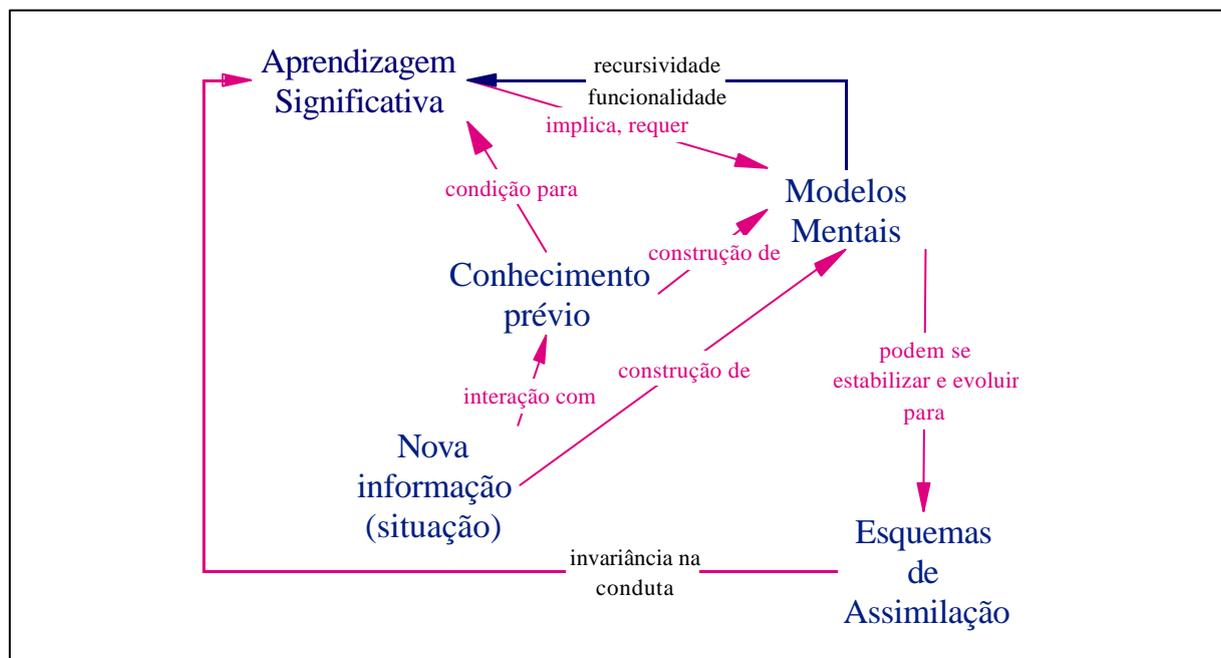


Figura 5. El aprendizaje significativo en una visión cognitiva contemporánea.

Es decir, la construcción de un modelo mental puede verse como el primer paso para un aprendizaje significativo. Tal construcción refleja una intencionalidad del sujeto porque si él construye un modelo es porque quiere dar cuenta de la situación. Pero el modelo mental tiene un único compromiso que es el de la funcionalidad para el sujeto. No implica por lo tanto, un aprendizaje significativo en el sentido de compartir significados, pues el modelo mental puede estar “errado” contextualmente pero funcionar bien para el sujeto. Por otro lado, el modelado mental es recursivo, de modo tal que el modelo mental puede ser modificado tantas veces como sea necesario a lo largo de la negociación de significados y ser de hecho, un paso esencial para el aprendizaje significativo, pudiendo, así mismo evolucionar hacia esquemas de asimilación.

Esta visión cognitivista contemporánea de aprendizaje significativo es compatible con la visión clásica también en el sentido de que el conocimiento previo es fundamental pues los modelos mentales son construidos a partir de conocimientos que el individuo ya tiene en su estructura cognitiva, de aquello que él percibe de la nueva situación, sea por percepción directa, sea por alguna descripción o representación de esa situación, de ese nuevo conocimiento.

### **La visión de la complejidad y de la progresividad**

Esta visión que está muy clara en la Teoría de los Campos conceptuales de Vergnaud (1990; Moreira, 2002) es importante para que no se piense que el aprendizaje significativo sucede abruptamente, o que el aprendizaje es significativo o es mecánico, o sea que hay una dicotomía entre las dos.

Para Vergnaud, el conocimiento está organizado en Campos Conceptuales cuyo dominio, por parte del sujeto que aprende, ocurre a lo largo de un extenso período de tiempo. Campo conceptual es sobre todo, un conjunto de situaciones-problema cuyo dominio requiere el dominio de varios conceptos de naturaleza distinta. Los conocimientos de los alumnos son moldeados por las situaciones que encuentran y progresivamente dominan. Pero esas situaciones son cada vez más complejas. Un campo conceptual es un campo complejo, la única manera de dominarlo para un sujeto, es dominar progresivamente situaciones cada vez más complejas.

Las situaciones son los nuevos conocimientos y son ellas las que dan sentido a los conceptos, pero para dar cuenta de ellas el sujeto precisa conceptos, o sea, conocimientos previos. Pero, esos conocimientos previos resultarán más elaborados en función de esas situaciones en las cuales son usados. Ahí está la interacción que caracteriza el aprendizaje significativo, por tanto, en una óptica de progresividad y complejidad. Esta perspectiva de complejidad y progresividad esta expresada en las constantes proposiciones del Cuadro 1 y en el mapa conceptual de la Figura 6. Los nuevos conocimientos de Ausubel serían las nuevas situaciones. Los conocimientos preexistentes (subsumidotes) serían conceptos en construcción. De la interacción (relación dialéctica) entre ellos resultaría el aprendizaje significativo, de manera progresiva.

Cuadro 1. Proposiciones básicas de la visión de progresividad y complejidad del Aprendizaje Significativo

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>? La adquisición, o dominio, de un cuerpo de conocimiento (i.e., un campo conceptual) es un proceso lento, no lineal, con rupturas y continuidades.</li> <li>? El aprendizaje significativo es entonces, progresivo.</li> <li>? Los conocimientos son moldeados por las situaciones previamente dominadas.</li> <li>? Hay un continuo entre aprendizaje mecánica y aprendizaje significativa.</li> </ul> |
|---|

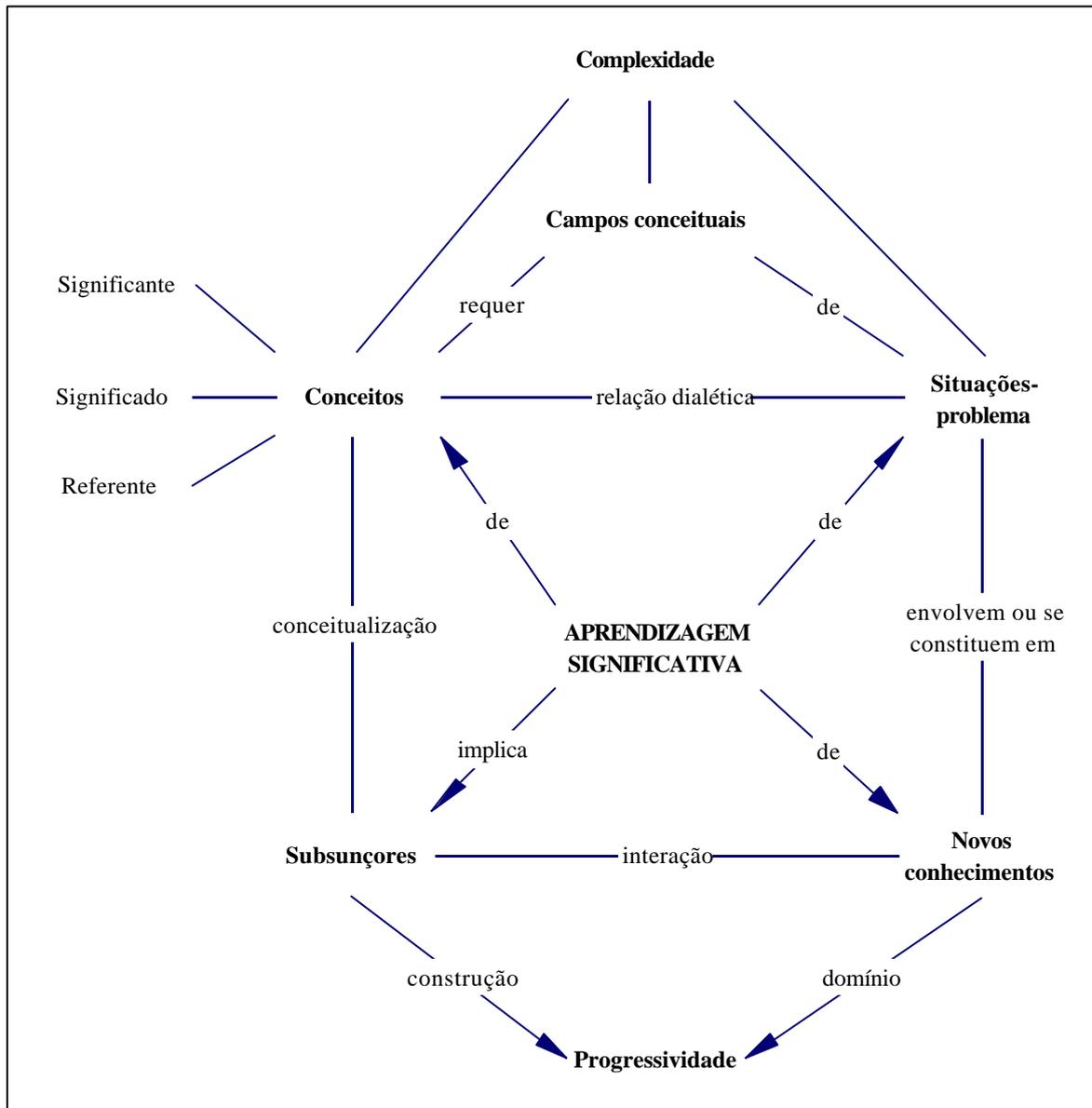


Figura 6: Un esquema conceptual de la visión de la progresividad y la complejidad del aprendizaje significativo

### La visión autopoietica (Maturana, 2001)<sup>3</sup>

Los seres vivos son sistemas autopoieticos, o sea, sistemas que continuamente especifican y producen su propia organización a través de la producción de sus propios componentes, en condiciones de continua perturbación y compensación de esas perturbaciones.

Los sistemas autopoieticos son autónomos (subordinan todos sus cambios a la conservación de su propia organización). Pueden ser perturbadas por factores externos y experimentan cambios internos que compensan esas perturbaciones.

Para explicar el conocer, es necesario explicar al conocedor que es el ser humano, una unidad autopoietica. El explicar se da en el lenguaje, pero su validez depende de quien acepta

<sup>3</sup> Maturana, H. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte, Editora UFMG.

la explicación. Hay tantas explicaciones, tantos modos de explicar, como modos de aceptar explicaciones.

En esa visión, el alumno es una unidad autopoietica, el profesor y los materiales educativos son agentes perturbadores. Sin embargo, la perturbación no conlleva en sí misma una especificación de sus efectos sobre el ser vivo (en este caso, el alumno) es él en su estructura que determina su propio cambio frente a la perturbación. Esta propiedad de los sistemas autopoieticos se llama determinismo estructural. El ser vivo es una unidad autopoietica determinada estructuralmente.

El aprendizaje significativo ocurre en el dominio de interacciones perturbadoras que generan cambios de estado, o sea, cambios de estructura con conservación de organización, manteniendo la identidad de clase.

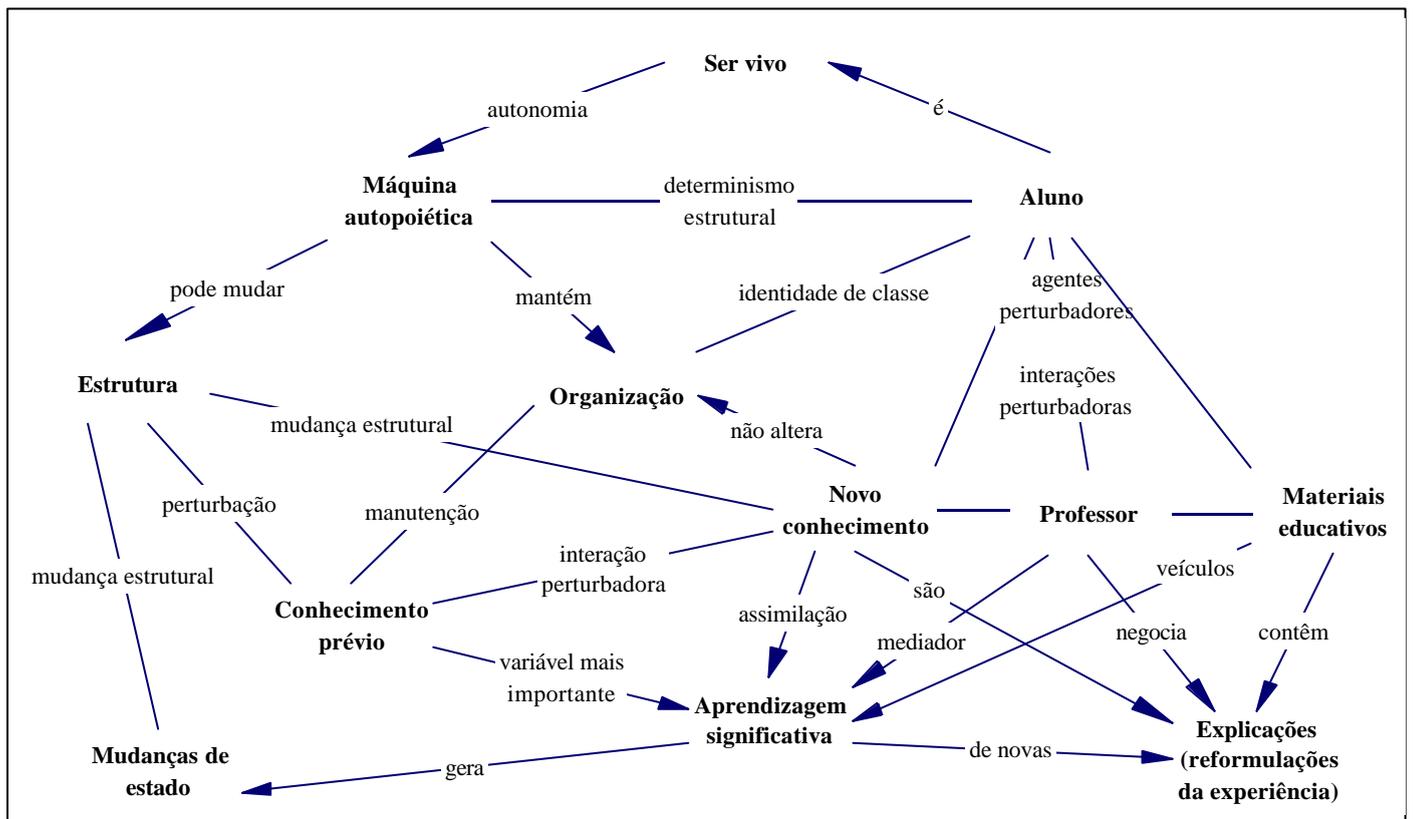


Figura 7. Un mapa conceptual para la visión autopoietica del Aprendizaje Significativo.

Los conocimientos previos de los alumnos son explicaciones que son reformulaciones de la experiencia. Estas explicaciones pueden ser aceptadas en el contexto científico o no. En el primer caso, son válidas porque atienden a los criterios de validez de la ciencia, en el segundo, pueden ser válidas porque se aceptan en el dominio cotidiano. Entonces, ambas son válidas dependiendo de donde son aceptadas. Y esas explicaciones se dan en el lenguaje.

Los nuevos conocimientos son perturbaciones que en el aprendizaje significativo, recibirán significado, y al mismo tiempo a través de una interacción perturbadora modificarán en alguna medida, la estructura de los conocimientos previos sin alterar su organización. La visión autopoietica del aprendizaje significativo se presenta en el mapa conceptual de la Figura 7.

## La visión computacional

Por un lado esta visión tiene mucho que ver con la que llamamos cognitiva contemporánea, o sea la que llamamos de los modelos mentales. Por otro, tiene que ver con la computadora como instrumento de aprendizaje.

Figura 8. El diagrama AVM desarrollado por Araujo, Veit e Moreira (2004)



En la óptica de la psicología cognitiva actual, la mente humana es vista como un sistema computacional representacional. La mente recibe informaciones sensoriales del mundo, procesa tales informaciones, i.e., computa, y genera representaciones de estados de cosas del mundo. Esas representaciones mentales son maneras de representar internamente el mundo externo. Las personas no captan el mundo exterior directamente, ellas construyen representaciones mentales (quiere decir internas). Cuando el alumno recibe<sup>4</sup> nuevos conocimientos, y se predispone a aprender, construye representaciones mentales de esos

<sup>4</sup> Recibir se refiere al aprendizaje receptivo, en el sentido de que el ser que aprende no precisa descubrir para aprender. Receptivo no es sinónimo de pasivo. Aún cuando el nuevo conocimiento llegue al aprendiz a través de modernos recursos multimedia, el aprendizaje, si ocurre, continúa siendo receptivo.

conocimientos, como por ejemplo, los modelos mentales (cuando la situación es nueva). En la construcción de esas representaciones la variable más importante son sus representaciones previas, quiere decir, representaciones internas, con un cierto grado de estabilidad, que pueden modificarse en la medida que incorporan nuevas informaciones. La idea es la misma propuesta por Ausubel hace más de cuarenta años, por eso, en lugar de hablar de subsumidores, que muchas veces se interpretan como conocimientos puntuales, se habla de representaciones mentales que devienen de cómputos mentales no-concientes. No se trata de complicar la propuesta de Ausubel sobre la enorme influencia de los conocimientos previos en el aprendizaje de nuevos conocimientos, pero sí de tener una visión mejor y contemporánea de la estructura de esos conocimientos previos.

¿Pero cómo queda el aprendizaje significativo en ese caso? Probablemente, el núcleo duro, o sea, la interacción cognitiva no arbitraria y no literal entre el nuevo conocimiento potencialmente significativo y algún conocimiento específicamente relevante, continúa inalterado. Pero esa interacción que caracteriza el aprendizaje significativo está siendo mediada no sólo por el profesor e por la palabra sino también por la computadora. ¿Serán entonces diferentes las representaciones mentales que estarán siendo construidas por el alumno? ¿Será estimulado el aprendizaje significativo? ¿Habrá más aprendizaje mecánico, puesto que mucha de la interacción del alumno, o de cualquier persona, con la computadora es de tipo ensayo- error?

Tales cuestiones serán aquí dejadas en abierto. Responderlas sin el apoyo de investigaciones sería pura especulación. En lugar de eso se presentará, a título de ejemplo, un dispositivo heurístico para facilitar el aprendizaje significativo del modelado computacional.

En la Física, por ejemplo, los modelos ocupan una posición central en la construcción del conocimiento. Consecuentemente, el alumno debe aprender a construir modelos, y para eso, existen buenas herramientas para que las construya en la computadora. Quiere decir, el alumno construye modelos de situaciones físicas usando determinada herramienta computacional. A eso se llama modelaje computacional. Contodo, puede ocurrir, y muchas veces ocurre, que el alumno construye mecánicamente el modelo, o sea, sin entender lo que es un modelo en Física o sin comprender que lo que está construyendo es un modelo.

Para facilitar el aprendizaje significativo del modelado computacional, Araujo, Veit e Moreira (2006) adaptaron la llamada V de Gowin (1981, 2005), o diagrama V, y lo transformaron en un diagrama AVM (Adaptación de la V al Modelaje), tal como se presenta en la Figura 8. En la experiencia de estos autores, los alumnos construyen diagramas AVM antes, durante o después, de construir los modelos computacionales con el objetivo primordial de estimular su reflexión crítica sobre os modelos físicos construidos y sobre el modelaje en sí. Se busca así facilitar el aprendizaje significativo de actividades computacionales desarrolladas por el alumno.

### **La visión crítica (subversiva, antropológica)**

También dentro de una óptica contemporánea, es importante que el aprendizaje significativo sea también crítico, subversivo, antropológico. Quiere decir, en la sociedad contemporánea no basta adquirir nuevos conocimientos de manera significativa, es preciso adquirirlos críticamente. Al mismo tiempo que es preciso vivir en esa sociedad, integrarse a ella, es necesario también ser crítico de ella, distanciarse de ella y de sus conocimientos cuando ella está perdiendo el rumbo. Para eso, en la enseñanza deben observarse los principios (Moreira, 2000) listados en el Quadro 2:

Quadro 2. Princípios facilitadores de uma aprendizagem significativa crítica

**Perguntas en lugar de respuestas** (estimular el cuestionamiento en lugar de dar respuestas acabadas)

**Diversidad de materiales** (abandono del texto único)

**Aprendizaje por el error** (es normal errar; se aprende corrigiendo los errores)

**Alumno como perceptor representador** (el alumno representa todo lo que percibe)

**Consciencia semántica** (el significado está en las personas, no en las palabras)

**Incertidumbre del conocimiento** (el conocimiento humano es incierto, evolutivo)

**Desaprendizaje** (a veces, el conocimiento previo funciona como obstáculo epistemológico)

**Conocimiento como lenguaje** (todo lo que llamamos conocimiento es lenguaje)

**Diversidad de estrategias** (abandono del bizarrón)

El primero de estos principios implica la interacción social y el cuestionamiento como elementos centrales en la facilitación del aprendizaje significativo es más importante aprender a preguntar que aprender “respuestas correctas”. Es igualmente importante aprender a partir de distintos materiales educativos: el libro único, el llamado libro de texto, fortalece una visión única, no estimula el cuestionamiento, da la “respuesta cierta”.

El aprendizaje por el error es natural en el aprendizaje humano fuera de la escuela – erramos continuamente y aprendemos, continuamente, de nuestros errores –, pero en la escuela el error es castigado. Además de eso, la escuela ve al alumno como un receptor de respuestas ciertas que deben ser memorizadas y reproducidas (sin errores), pero, en verdad, el ser que aprende es un perceptor, o sea, un sujeto que percibe y representa lo que le está siendo enseñado.

Otro principio importante para facilitar el aprendizaje significativo crítico es que el significado está en las personas, no en las palabras, el proceso de enseñanza-aprendizaje involucra presentación, recepción, negociación, compartir significados, en el cual el lenguaje es esencial, y siendo así, es preciso tener siempre conciencia de que los significados son contextuales, son arbitrariamente atribuidos por las personas a los objetos y eventos, y que ellas también atribuyen significados idiosincrásicos a los estados de cosas del mundo. El aprendizaje significativo requiere compartir significados, pero también implica significados personales.

La cuestión de la incertidumbre del conocimiento no significa relativismo, indiferencia, pero sí que no tiene sentido enseñar dogmáticamente. El conocimiento humano evoluciona, los mejores modelos que tenemos hoy darán origen a otros más ricos, más elaborados, en fin, aun mejores. Es preciso entonces, aprenderlos desde una perspectiva crítica, no dogmática.

Como fue dicho en el comienzo, el conocimiento previo es la variable que más influencia el aprendizaje. Su efecto es enormemente facilitador del aprendizaje significativo, pero a veces, puede ser también inhibitorio. Quiere decir, no permite que el sujeto perciba nuevos significados, nuevas relaciones. En ese caso es preciso aprender a no usar tal conocimiento. Ese es el sentido de desaprender (no utilizar como idea de anclaje). Sin duda, eso es difícil, pero debe ser por lo menos intentado.

El último de estos principios, el abandono del pizarrón, tal vez debería ser el primero porque, de cierta forma, él abarca todos los anteriores. El pizarrón simboliza aquella enseñanza (el profesor escribe, el alumno copia, decora y reproduce) que debe ser abandonada si se quiere promover aprendizaje significativo crítico. Actualmente, el pizarrón ha sido sustituido por coloridas y animadas exposiciones en *power point*. Da lo mismo. Lo que el último principio propone es la diversificación de estrategias y la participación activa, y responsable, del alumno en su aprendizaje.

## Conclusión

Queda claro entonces, que el aprendizaje significativo es un concepto de gran actualidad, aunque haya sido propuesto hace más de cuarenta años. Queda también claro que ese concepto tiene significados originales precisos que subyacen a cualquiera de las visiones aquí presentadas. Mirar el aprendizaje significativo desde distintas perspectivas no implica una polisemia donde todo es aprendizaje significativo. Por otro lado, pasados más de cuarenta años, nuevas miradas son necesarias, particularmente la de la complejidad y la de la visión crítica.

## Referencias

- AUSUBEL, D. P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton.
- AUSUBEL, D. P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart, and Winston. 685 p.
- AUSUBEL, D.P. (2000). **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 210 p.
- AUSUBEL, D.P. ; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução ao português, de Eva Nick et al., da segunda edição de **Educational psychology: a cognitive view**. 623p.
- GOWIN, D.B. (1981). **Educating**. Ithaca, N.Y., Cornell University Press. 210p.
- GOWIN, D.B. and ALVAREZ, M. (2005). **The art of educating with V diagrams**. New York, Cambridge University Press.
- GRECA, I. M. e MOREIRA, M. A. (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes. Uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(1): 32-53. <http://www.if.ufrgs.br/ienci>
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). **Mental models**. Cambridge, MA, Harvard University Press. 513p.
- MOREIRA, M.A. (2000). **Aprendizagem significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche).
- MOREIRA, M.A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(1): 7-29. <http://www.if.ufrgs.br/ienci>
- NOVAK, J.D. (1981). **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução para o português, de M.A. Moreira, do original **A theory of education**. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1977. 252 p.

NOVAK, J.D. (2000). **Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas.** Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). **Aprender a aprender.** Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original **Learning how to learn.** 212p.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. **Récherches em Didactique des Mathématiques**, 10(23): 133-170.