

Interacción y actividad instrumental vygotskyana en una perspectiva ausubeliana de aprendizaje

Consuelo Escudero

Departamento de Física - Facultad de Ingeniería
Departamento de Biología - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNSJ - San Juan – Argentina
cescude@unsj.edu.ar

En este trabajo se revisan inacabadamente elementos provistos por las contribuciones de Lev Vygotsky y de David Ausubel en relación con la educación en general, y con la educación en ciencias y la investigación en resolución de problemas en particular. El interés central ha estado en el desarrollo de vínculos entre trabajo, actividad instrumental, interacción y el proceso mismo de aprendizaje significativo con vistas a mejorar la práctica educativa. Se han seleccionado sólo unos pocos aspectos, que bajo nuestra óptica cumplen con ser propios, fértiles y menos conocidos.

Palabras clave: aprendizaje significativo, actividad instrumental vygotskyana, interacción, práctica educativa.

In this work, elements provided by the contributions of Lev Vygotsky and David Ausubel are incompletely revised in connection with education in general, and education in science and investigation in problem solving in particular. The main interest was the bonds development among work, vygotskian instrumental activity, interaction and the process of meaningful learning itself, in order to improve educational practice. A few aspects were selected which, from our point of view, fulfill to be distinctive, fecund and less known.

Keywords: meaningful learning, vygotskian instrumental activity, interaction, educational practice.

“El problema educativo (...) ocupa un lugar central en la nueva manera de enfocar la psiquis del hombre. De ahí que la nueva psicología sea un fundamento para la educación en mucha mayor medida que lo era la psicología tradicional (...) El nuevo sistema no tendrá que esforzarse por extraer de sus leyes las derivaciones pedagógicas ni adaptar sus tesis a la aplicación práctica en la escuela, porque la solución al problema pedagógico está contenida en su mismo núcleo teórico, y la educación es la primera palabra que menciona. Por consiguiente, la propia relación entre psicología y pedagogía cambiará considerablemente, sobre todo porque aumentará la importancia que cada una tiene para la otra y se desarrollarán por tanto los lazos y el apoyo mutuo entre ambas ciencias” (cf. Vygotsky 1926b, p. 144).

Introducción

En 1962, se publicaba la primera edición –en inglés– de la principal obra de Lev Semionovich Vygotsky “*Thought and Language*”; un año después David Ausubel hacía su primer intento de presentar una teoría cognitiva del aprendizaje verbal significativo en contraposición con el aprendizaje verbal memorista publicando la monografía “*The Psychology of Meaningful Verbal Learning*”.

Sin llegar a ser comprendido del todo en su país, Vygotsky resultaba todavía más extraño para las psicologías europea y americana. Aunque algunos de sus artículos aparecieron publicados en inglés, aún en vida, su trabajo no tuvo prácticamente ninguna repercusión sobre la psicología occidental antes de la década

da de los sesenta¹. De manera que, según los psicólogos occidentales, Vygotsky no desempeñó ningún papel en debates tan fundamentales como los que enfrentaron a conductistas y cognitivistas, a los defensores del psicoanálisis y sus detractores, a los psicólogos piagetianos y los teóricos del aprendizaje, etc. Y sin embargo, Vygotsky –sin ser visto ni oído– participó de estos debates fundamentales.

Vygotsky no fue un desconocido para Ausubel, compartieron la importancia asignada al desarrollo del lenguaje y del pensamiento, la idea de acercamiento progresivo al objeto de conocimiento, entre otras. Ambos cognitivistas y preocupados hondamente por la educación; aunque Ausubel desde un enfoque más cercano a las teorías computacionales y Vygotsky desde una perspectiva más propiamente psicogenética.

Un clima de creciente valoración de los procesos sociales y lingüísticos ha estimulado un resurgimiento hace unos años del interés por el trabajo de Vygotsky. No obstante, existen algunas diferencias importantes entre Vygotsky y las orientaciones actuales, tanto dentro de la psicología social como dentro de la psicología evolutiva, genética (cognitiva).

Vygotsky indagó la conquista de las formas científicas de pensamiento dentro de un programa más general, que pareciera tratar de explicarnos cómo se constituye la cultura misma, o cómo se constituye un sujeto humano dentro de una cultura humana². Pensar científicamente sería una manera específica de vivir en una cultura o de pensar en una cultura.

En esta presentación –por razones de espacio– no vamos a comenzar describiendo la Teoría del Aprendizaje Verbal Significativo ni la Teoría de la Asimilación de David Ausubel³. Solo optaremos por destacar –avanzado el texto– algunos pocos aspectos al referirla en relación a la Teoría Socio-histórica o Socio-cultural.

En esa tradición, el proceso de conceptualización se relaciona con la construcción de significados (Vergnaud, 1997), lo que significa que el foco es el proceso de significación.

La psicología cognitiva se ha caracterizado por su preocupación por los significados. Es Marco Antonio Moreira (1997, 2000, 2004)

precisamente quien ha argumentado que el concepto de aprendizaje significativo es compatible con otras teorías constructivistas y subyacente a ellas. “*En este sentido, sería, hoy, un concepto supra-teórico. Sin embargo también, desde el punto de vista instruccional, el concepto de aprendizaje significativo es más útil en la visión original de Ausubel (1963) y, más tarde, de Novak y Gowin (1988). (...) siendo la no-arbitrariedad y sustantividad las características básicas del aprendizaje significativo*” (Moreira 2004).

A continuación, se van a intentar unas breves notas y argumentos sobre las particularidades de la obra de Lev Semionovich Vygotsky, así como la proyección de su trabajo para luego avanzar en los aportes de Ausubel y Vygotsky a una línea de investigación tradicional en Educación en Ciencias como es la resolución de problemas. En particular estamos interesados en hacer hincapié en algunas herencias que pueden ser importantes para esta línea, y que a pesar del tiempo transcurrido no han sido tenidas suficientemente en cuenta.

Perspectiva vygotskyana

Para Vygotsky había un problema básico, que podría ilustrarse a partir de la siguiente pregunta ¿cómo es que somos humanos?, pensemos o no científicamente. Esta pregunta se emparenta con buena parte de los problemas piagetianos, porque ambos suscribían la necesidad de una explicación genética en psicología. Aunque se suele utilizar el nombre de psicología genética como nombre propio de la teoría piagetiana, ambos lo son. ¿Qué quiere decir que ambos son genéticos? Que en Vygotsky también encontramos la idea de que una explicación auténtica, en psicología, sólo se logra mediante la reconstrucción minuciosa de los *procesos de constitución* de una función psicológica. Es decir, un abordaje genético implica explicar los procesos psicológicos por “su modo de formación”.

Allí coincidirían plenamente Piaget y Vygotsky, a diferencia de Ausubel. En sentido estricto el desarrollo de este último no consti-

tuye una teoría psicológica. Sin embargo, su carácter de psicología centrada en la problemática del aula le permite fundamentar indicaciones concretas para guiar una instrucción orientada hacia el aprendizaje significativo.

El sello particular del programa vygotskyano no parece estar puesto necesariamente en la explicación de un sujeto epistémico, sino que fiel a su tradición marxista, pareciera estar dado por la descripción de un “sujeto capaz de trabajar”. Para Baquero (1996) Vygotsky se comprende con mayor precisión si se entiende esta clave inicial. Es decir, Vygotsky trató de buscar una explicación psicológica de la capacidad de trabajo, porque intentaba precisamente elaborar un programa de psicología específicamente humana, para explicar cómo un sujeto se constituye como sujeto humano en el seno de una cultura. Obviamente, partía de que la responsable de esto es la cultura misma, pero el punto es: ¿qué es lo que distingue al sujeto humano del resto de los animales?

Desde su óptica, siguió fiel a la hipótesis marxista (y a su época) que sostiene que en verdad es el trabajo el que define la ruptura entre el orden animal y el orden humano. Ahora, pensemos en lo que implica la capacidad de trabajar⁴, es decir, cómo se constituiría un programa psicológico a partir de este problema.

Si lo humano es trabajar, entonces, la pregunta será qué particularidad tiene el cachorro humano que lo hace especialmente dispuesto a esta actividad y, por otra parte, la cultura, que resulta particularmente capaz de constituir sujetos capaces de trabajar.

La capacidad más fuerte del bebé, tal vez, es aquella que hemos descuidado más por adoptar básicamente descripciones del tipo piagetiano⁵. Como señalan Bruner y Haste (1990), cuando Piaget explica el período sensoriomotor del niño parece bastante pobre, bastante torpe en cuanto a capacidades cognitivas, pero el problema está en que lo estamos describiendo justamente por su lado más débil, que es el de su capacidad de coordinación de acciones o su pensamiento lógico. Pero el punto fuerte, en verdad del cachorro humano consiste en su capacidad de valerse de

instrumentos y su capacidad de interactuar con otras personas, su capacidad para establecer tempranamente un funcionamiento intersubjetivo.

Aquí Vygotsky, a efectos de analizar el funcionamiento intersubjetivo, rompe en cierta forma con la tradición más clásica marxista (o con los énfasis que habían sido puestos en la propia obra de Engels en cuanto a la primacía de la herramienta física). Pero, en la obra de Marx hay otro elemento crucial en la definición de trabajo: existe una concepción del trabajo que llamaríamos, en términos psicológicos, “la capacidad de planificar el propio trabajo”.

En este punto Vygotsky encuentra una de las evidencias cruciales para definir su programa, y es que lo que habrá que ponderar como herramienta particular, y que enriquecerá la propia idea de actividad instrumental, serán herramientas psicológicas que están fundamentalmente dirigidas a otras personas y que también pueden estar dirigidas al propio sujeto. El lenguaje es la herramienta paradigmática en Vygotsky. Las herramientas psicológicas son unos de los reguladores más poderosos de nuestra acción física sobre el entorno e incluso serán para Vygotsky uno de los indicadores más fuertes del desarrollo subjetivo humano, que se manifiesta cuando nuestra capacidad de acción práctica sobre el mundo empieza a ser regulada semiótica o lingüísticamente. Ahora, la particularidad de estas herramientas psicológicas es que ellas le permitirían al niño modificar el entorno social de alrededor, es decir, el lenguaje le servirá para obrar ahora sobre el entorno humano. Hay maneras muy tempranas de hacerse entender que van indicando en el niño la presencia de una precoz capacidad para la interacción social y, fundamentalmente, para manipular las relaciones sociales, no sólo los objetos.

El funcionamiento intersubjetivo tiene también su progreso; la paradoja del modelo vygotskyano y en lo que ha derivado es que tenemos que hablar inicialmente de un funcionamiento intersubjetivo sin sujetos, pues en principio, en sentido estricto, el único sujeto allí presente es el adulto y el niño está en proceso de subjetivarse⁶.

“Al insistir en los orígenes sociales del lenguaje y del pensamiento, Vygotsky estaba siguiendo el camino trazado por los sociólogos franceses más influyentes; no obstante, por lo que nosotros sabemos, fue el primer psicólogo moderno que mencionó los mecanismos a través de los cuales la cultura se convierte en una parte de la naturaleza del individuo” (Colé y Scribner, 1979, p. 24).

“Vygotsky desarrolló –en este sentido– una problemática interesante en torno a la noción de “instrumento psicológico”, que tomó parcialmente prestada de Claparède, que hablaba de “técnica interior”, y de Thurnwald que hablaba de “modus operandi”. La analogía con los instrumentos de trabajo es explícita, y Vygotsky previene a los lectores de que lo que le interesa es la comparación entre la adaptación de la actuación y la adaptación del instrumento de trabajo” (Vergnaud, 2004, p. 39).

Un problema básico de la psicología socio-histórica es el funcionamiento intersubjetivo y la existencia de herramientas semióticas o psicológicas porque recorre desde los momentos iniciales de constitución del sujeto humano hasta las vicisitudes del desarrollo humano en los procesos de escolarización. Es decir, la propia escolarización podría ser leída como una particular actividad instrumental e interacción social, por eso, *actividad instrumental e interacción*, en sentido estricto, son propuestas como “unidad de análisis” en la teoría socio-histórica, de lo que será la conformación de los procesos psicológicos superiores⁷.

La noción de desarrollo en el modelo de Vygotsky

Este clima de creciente valoración de los procesos sociales y lingüísticos ha estimulado un resurgimiento del interés por el trabajo de Vygotsky. Ahora empezamos a comprender con mayor claridad lo que quería decir con esta famosa sentencia:

“Cualquier función en el desarrollo cultural del niño aparece dos veces o en dos niveles. En primer lugar aparece en la esfera social, y después en la esfera psicológica. Primero aparece entre las personas como una categoría

interpsicológica, y luego dentro del niño como una categoría intrapsicológica. Lo mismo puede decirse con respecto a la atención voluntaria, la memoria lógica, la formación de conceptos y el desarrollo de la volición” (Vygotsky, 1979).

La actividad instrumental y la interacción son la unidad de análisis que refleja cómo se constituyen los procesos psicológicos y, en particular los procesos psicológicos que Vygotsky llamará superiores. Esto está presuponiendo, por una parte, una clasificación de los procesos psicológicos y, por otra, que se está pensando en el desarrollo como un proceso complejo que merece explicaciones diferentes de acuerdo con el tipo de proceso psicológico que estemos queriendo capturar. Vygotsky también diferenciará procesos psicológicos más elementales que serían comunes al hombre y a los animales. El punto es que, efectivamente, los animales superiores tienen procesos psicológicos y lo que hay que recordar (y en esto la explicación de Vygotsky pretendía ser efectivamente dialéctica en el sentido hegeliano marxista), es que el hombre, por supuesto, se distingue de lo natural por crear su propio entorno cultural, pero no obstante lleva en sí, dentro suyo, el hecho de continuar siendo animal.

Y aquí se da un juego interesante: la cultura opera transformando este niño biológicamente humano en sujeto culturalmente humano, o si se prefiere, lo constituye en sujeto en sentido estricto. Para esto lo debe dotar de procesos psicológicos superiores, es decir, aquellos que no responden al orden biológico, que no son comunes al resto de los animales y que demandan para su constitución de herramientas psicológicas.

Ampliando el horizonte pedagógico en diversos sentidos “(...) el interés por los problemas de aprendizaje y desarrollo no se limitó en Vygotsky a la especulación teórica o la perspectiva psicológica, sino que se tradujo en un esfuerzo sostenido por acercarse a los procesos educativos reales, tanto de los niños normales como con los niños con capacidades especiales” (Riviére, 1994, p. 63).

En líneas generales, este particular interés lo llevó a proponer –sobre todo para estos

últimos— el empleo de mediaciones capaces de provocar una “organización sustitutiva” de las funciones superiores. “Dicho en términos actuales: Vygotsky proponía, como objetivo básico para la educación especial, el de proporcionar al niño <recursos metacognitivos>” (Ibídem). Podemos ver cómo, a partir de esta visión, fueron materializándose los fundamentos de conceptos tales como autorregulación, mediación, metacognición, que circulan en el contexto educativo.

“Pero es quizá más revolucionario para los psicólogos evolutivos y muestra de su conocimiento de los procesos culturales, el punto de vista de Vygotsky según el cual el lenguaje es un “sistema de signos” que refleja el desarrollo socio-histórico. Así, los marcos interpretativos a disposición del individuo en desarrollo reflejan “la conciencia organizada de toda la cultura”; dicho de otro modo, para un niño resulta difícil –sino imposible– desarrollar un concepto que no tenga expresión en su cultura de origen, ya sea en forma de expresión lingüística o por otros medios de comunicación. Como consecuencia, el desarrollo de los conceptos dependerá de los recursos disponibles dentro de la cultura: los sistemas mnemotécnicos de que el niño puede disponer afectarán a su forma de desarrollar códigos para recordar; los sistemas matemáticos influirán en los modos en que el niño adquiere el pensamiento matemático abstracto, así como en el modo en que aprende un sistema de cálculo” (Bruner y Haste, 1990, p. 15).

Admitimos fácilmente que sistemas como la escritura y la notación numérica poseen estructuras complejas que solo llegan a comprender acabadamente algunos sectores de la comunidad durante varios años de aprendizaje, pero nos cuesta aceptar que los símbolos empleados en Ciencias como Física, Química y otras requieren una dedicación tanto o más cuidada que aquellos, sobre todo para resolver problemas.

Esta situación nos compromete a intentar una mirada desde otra perspectiva, que permita introducirnos en el universo de las relaciones entre los conceptos implicados en la resolución de problemas y los sistemas externos de representación. Sin dejar de tener en cuenta

que para que se produzca este encuentro, quien se enfrenta a las situaciones problemáticas debe tener al menos un mínimo interés por resolverlas.

La particularidad, entonces, que tiene el desarrollo de estos procesos superiores en Vygotsky será que participan en su constitución las *herramientas psicológicas*, es decir, *los signos*.

El significado de los signos para el desarrollo de los procesos superiores

Lo que distingue a un fenómeno de memoria natural de lo que Vygotsky llama memoria social o mediada será la presencia de signos. Las acciones – utilizar un nudo en el pañuelo, o una marca en un palo, para indicar que no debemos olvidar algo que queremos recordar – serían un signo de otra cosa que está allí ausente y el ser humano lo introduce voluntariamente, siendo conciente de esto⁸.

¿Cómo nos apropiamos de estos signos? Pues sólo en la interacción social con otros, *es la cultura la que dispone de la dotación enorme de signos*, de lenguajes, desde el que hablamos muy tempranamente hasta los sofisticados y formales de la matemática⁹, la lógica, la química, la representación gráfica, etc.

Es decir, es la cultura la que dispone de estas modalidades complejas de representación y es ella quien dota al niño de tales modalidades específicas y más desarrolladas de esa capacidad. Esto ocurre en procesos complejos, que hay que analizar detenidamente, como el hecho de cuáles son las transiciones entre el funcionamiento intersubjetivo que se da en la cultura y la interiorización de estos procesos psicológicos, lo cual implica la capacidad de hacer algo con otro, de interiorización por parte de un sujeto particular.

Vygotsky distingue aquí entre procesos superiores con un nivel *rudimentario* de desarrollo y otros con un nivel de desarrollo *avanzado*. Precisamente, lo que discrimina a unos de otros es su origen genético, es el hecho de que, por ejemplo, las formas avanzadas se constituyen por participar en prácticas culturales específicas. Las formas rudimentarias,

como el lenguaje oral, resultan, por el contrario, “universales” para los sujetos constituidos en el seno de cualquier cultura (Baquero, 1997, p. 77).

La posición de un sujeto en una cultura no es necesariamente equivalente a la de los otros sujetos e incluso podríamos pertenecer – en sentido genérico – a la “cultura humana”, pero a diferentes tipos. Los procesos que requieren la “socialización” de los sujetos en ámbitos específicos, ya sean fundamentalmente escolares o laborales, Vygotsky los entendía como “avanzados”. Es decir, procesos a los cuales no arriba un sujeto por el mero hecho de pertenecer a una cultura, sino por participar de ciertas instancias de esa cultura, como por ejemplo, asistir a la escuela.

Hay que destacar que los procesos elementales no desaparecen en la medida en que el sujeto evoluciona sino que, por el contrario, tiende a su propio progreso y forman parte de nuestra capacidad psicológica habitual, aunque su progreso no culmina en una transformación en procesos superiores. Lo importante, entonces, es que tienen orígenes genéticos distintos; aunque unos se apoyen en los otros, sus líneas de desarrollo, como dijimos no son idénticas, no hay una sola lógica de progreso que nos lleve de lo elemental a lo superior. Es decir, se requiere, por supuesto, de la maduración biológica, pero, por otro lado se requiere de la participación en ciertas instancias de la cultura.

Habría que apelar, por todo lo expresado, a otro componente en el desarrollo, a otra fuerza genética, y es que, dentro de la propia línea cultural, estamos forzados a determinar que se desarrollan ciertos procesos en los sujetos, en correspondencia relativa con ciertas formas de vida. Es decir, habrá procesos psicológicos que sólo se desarrollarán, ya lo hemos dicho, en virtud de participar el sujeto en prácticas culturales específicas como la escolarización, la alfabetización científica, etc.

No es idéntico el progreso de la lengua oral que la adquisición de la lengua escrita, no son reductibles y, por lo tanto, el proceso está explicado como un haz de líneas muy complejas que interactúan entre sí y que se van definiendo también recíprocamente, porque también es cierto que cuando uno adquiere domi-

nio sobre la lengua escrita modifica de hecho su lengua oral. Por tanto, se está planteando que esta relación es tan estrecha que a veces nos es muy difícil discriminar estos componentes. En la constitución diferenciada de los procesos superiores está situado justamente el lugar de lo educativo en la teoría de Vygotsky.

Precisamente el uso de los símbolos por parte de los niños y adolescentes fue una de las preocupaciones del mismo Vygotsky en su búsqueda por encontrar relaciones entre aprendizaje y desarrollo. En trabajos sobre el lenguaje, propios y de sus seguidores, demostró de qué manera el hecho de apropiarse de una herramienta, en este caso el lenguaje, hace que se creen mayores y mejores posibilidades de generar conexiones y relaciones entre conceptos. Es decir, no solo hace referencia a los cambios cuantitativos sino a los cambios cualitativos.

“Al igual que un molde da forma a una sustancia, las palabras pueden transformar una actividad en una estructura” (Vygotsky, 1979, p. 53).

Si hacemos una analogía con las herramientas empleadas en Física, podemos apreciar con mayor claridad por qué aparecen como nudos de dificultades las nociones de vector (adyacente con la complejidad del álgebra) y junto con ella la conceptualización de una gran cantidad de magnitudes físicas.

De acuerdo a lo expuesto, se hace necesario explorar en la génesis de los diversos símbolos y sistemas externos de representación que se emplean en Física, y también en su enseñanza, íntimamente relacionada con los procesos cognitivos internos de los individuos ligados al aprendizaje de cuestiones abstractas. Algunos elementos en esa dirección –por ejemplo, en Dinámica de la partícula– podrían ser (González y Escudero, 2006); en primer lugar, una re-descripción representacional¹⁰ de algunos conceptos como fuerza, velocidad y aceleración, además de magnitudes y sistemas de medición. En segundo lugar, integrar aprendizajes físico matemáticos con sustento en la geometría. Y en tercer lugar, intentar una re-estructuración en el proceso de resolución de problemas.

Por su parte, el aprendizaje significativo,

por definición, implica adquisición/ construcción de significados. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico de los materiales de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el aprendiz, diría Ausubel (1963). Es decir, la interiorización o internalización del significado asignado a los instrumentos y signos que la cultura social maneja es lo que hemos equiparado a la transformación del significado lógico¹¹ en psicológico. Los instrumentos y los signos podrían corresponderse con el material y contenido de aprendizaje.

“La adquisición de significados y la interacción social son inseparables en la perspectiva de Vygotsky” (Moreira, 2000, p. 82). Porque es a través de la interacción social que asegura que los significados que captó son los que se comparten socialmente en determinado contexto.

Efectivamente, existen muchos matices y rasgos contrastables entre ambos autores que merecen una revisión exhaustiva, algunos de los cuales –sobre todo en relación a la resolución de problemas– se analizarán brevemente en lo que sigue.

Resolución de problemas: actividad instrumental y aprendizaje significativo

En palabras de David Ausubel (2002, p.33) la adquisición de conocimientos de una materia en una cultura es básicamente una manifestación del aprendizaje basado en la recepción. En esas circunstancias, del estudiante sólo se exige que comprenda el material y lo incorpore a su estructura cognitiva con el fin de que esté disponible para su reproducción, para un aprendizaje relacionado o para resolver problemas en el futuro.

La teoría de Ausubel atribuye a la actividad de resolución de problemas el status de una tarea en la cual la representación cognitiva de la experiencia previa y los componentes de una situación problemática presentada son reorganizados con el fin de buscar un determinado objetivo (Ausubel et al, 1983).

Es evidente, bajo este abordaje, que la estructura cognitiva preexistente desempeña

un papel preponderante en la resolución de problemas, más aún si se tiene en cuenta que la búsqueda de la solución de cualquier problema involucra una reorganización del residuo de la experiencia previa frente a las demandas de la nueva situación problemática. Si la estructura cognitiva ya poseía los subsumos adecuados para permitir la reorganización de conocimiento, la resolución de problemas habría cumplido con su papel en el aprendizaje significativo.

Para Ausubel la resolución de problemas en particular de situaciones problemáticas nuevas y no familiares que requieren máxima transformación del conocimiento adquirido es la principal evidencia de aprendizaje significativo (Ausubel et al, 1983).

Por otra parte, numerosos autores han hecho aportes en esta línea. Novak (1982) va más allá y considera a la resolución de problemas como un caso especial de aprendizaje significativo en la medida que esa tarea requiere la incorporación de nueva información en la estructura cognitiva del sujeto que la realiza. Los trabajos de Gangoso (1999 a y b) asumen que el aprendizaje significativo de conceptos y principios es condición necesaria para la resolución de problemas en Física¹², colocando el peso en aquel proceso y en la transferencia¹³ y el estudio de Costa y Moreira (2001) considera que la resolución de un problema se puede encarar como un medio para promover el aprendizaje significativo.

*“Es importante tener presente que el aprendizaje proposicional (subordinado, de orden superior y combinatorio) también es un tipo de aprendizaje basado en el descubrimiento o de resolución de problemas de carácter verbal”*¹⁴ (Ausubel, 2002, p. 159-160).

Es claro que la dimensión otorgada por Ausubel a la resolución de problemas roza la creatividad, así como también ocurre al proponer el diseño de organizadores previos como puente cognitivo entre lo que ya se sabe y el nuevo material de aprendizaje cuando no existen subsumidores. Ambas tareas son intrínsecamente creativas. Dependen fuertemente de la situación particular y por consiguiente de su contenido. Por ello no resulta trivial su tratamiento.

Por tanto, de la teoría de Ausubel se desprende que el aprendizaje significativo no es el resultado de una enseñanza incidental sino que toda la instrucción debe estar diseñada e implementada coherentemente a tal fin.

Por su parte, las ideas de Vygotsky aportan elementos valiosos –como ha podido advertirse– acerca del uso del lenguaje simbólico.

Hoy en la resolución de problemas se suele seguir considerando que el álgebra y los diagramas de representación son lenguajes ya aprendidos, y que lo importante es lograr una buena transferencia al campo de la resolución de problemas. Bajo esta concepción subyace la idea de que los sistemas de signos usados, por ejemplo en Física, son simples instrumentos de transposición de conceptos, que no ejercen influencia en su construcción. A la investigación más habitual en resolución de problemas se ha comenzado a integrar el aporte que proviene de trabajos sobre representaciones mentales de los estudiantes y también sobre el uso del lenguaje simbólico. Una cuestión interesante es el abordaje de los sistemas de signos desde el aula, a partir de las representaciones internas de los alumnos que comienzan a interactuar con los primeros conceptos de las disciplinas científicas.

En esta vertiente se están llevando a cabo algunos trabajos. En un estudio de González y Escudero (2007) se ha pretendido aportar elementos a favor de la autonomía, como actitud que puede desarrollarse mediante la práctica de actividades de metacognición, además de las habituales de cognición¹⁵. Mientras en González y Escudero (2006) se busca dirigir la atención más en profundidad hacia el aprendizaje significativo de los sistemas de signos en la resolución de problemas y en Escudero, Moreira y Caballero (2006) se identifican algunos elementos de las representaciones mentales que usarían estudiantes universitarios al resolver situaciones problemáticas referidas a movimientos de rodadura.

“Lo que proporciona el ‘impulso’ para desarrollar una estructura cognitiva, como ya había señalado Vygotsky, es el grado en que esta permite al niño utilizar los instrumentos del lenguaje y de la cultura” (Bruner y Haste, 1990, p. 14).

“La verbalización hace algo más que vestir verbalmente la comprensión subverbal, hace algo más que adjuntar un asidero simbólico a una idea para que se pueda registrar, verificar, clasificar y comunicar con más facilidad. Más bien constituye una parte esencial del mismo proceso de adquirir nuevas ideas abstractas e influye tanto en la naturaleza como en el producto de los procesos cognitivos implicados en la generación de nuevos conceptos y nuevas proposiciones abstractas. (...) En consecuencia, es un grave error creer que la sustancia entera de una idea, así como todo su poder de transferencia, son intrínsecos a su forma subverbal” (Ausubel, 2002, p. 164-165).

Vygotsky hace la distinción entre la significación de la palabra (la del diccionario) y el sentido de la palabra, que representa todos los hechos psicológicos que esta palabra hace surgir en nuestra conciencia. Esta distinción resulta muy útil en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y acarrea consecuencias importantes para el aula.

“Así, el sentido de una palabra es una formación siempre dinámica, fluctuante, compleja, que contiene varias zonas de estabilidad diferentes. La significación es apenas una de las zonas de sentido que la palabra adquiere en un cierto contexto verbal, más es la zona más estable, la más unificada, la más precisa. Como sabemos, la palabra cambia de sentido según el contexto. La significación, por el contrario, es un punto inmóvil e inmutable que continúa estable a despecho de todas las modificaciones que afectan el sentido de la palabra, dependiendo del contexto. (...) La palabra tomada aisladamente y en el diccionario tiene solamente una significación, pero esta significación es nada más que una potencialidad que se realiza en el lenguaje vivo, donde ella es apenas una piedra en el edificio del sentido” (Vygotsky, 1977, p. 480-481).

“La palabra no estaba en el comienzo. En el comienzo estaba la acción. La palabra constituía el fin, también el comienzo del desarrollo. La palabra es el fin que corona la obra” (Vygotsky, 1977, p. 496).

Sin duda, las claves que tienen una importancia más decisiva en la regulación de la

acción y de las funciones cognitivas son las de carácter lingüístico.

“El lenguaje se convierte a lo largo del desarrollo, en el instrumento fundamental de la regulación de la acción y el pensamiento. La asimilación de los símbolos lingüísticos a la actividad práctica e instrumental del niño significa un primer paso, de enorme importancia, en la transformación cualitativa y dialéctica de la acción humana: el momento más significativo en el curso del desarrollo intelectual, que da luz a las formas más puramente humanas de la inteligencia práctica y abstracta, es cuando el lenguaje y la actividad práctica, dos líneas de desarrollo antes completamente independientes, convergen” (1930, cit, p. 48)” (Rivière, 1994, p. 50).

Las concepciones clásicas de la relación entre el pensamiento y el lenguaje, por debajo de sus diferencias, partían del supuesto implícito común de que su forma permanecía invariable a lo largo del desarrollo. Frente a ellas, *“el postulado esencial de Vygotsky era que la conexión entre pensamiento y palabra no es una vinculación primaria e invariante, sino que se origina en el desarrollo y se modifica y hace más estrecha a lo largo de él” (Rivière, 1994, p. 83).*

Vygotsky estableció una analogía básica entre signos y herramientas por la función mediadora de ambos. *“El instrumento psicológico se diferencia fundamentalmente del instrumento técnico por la dirección de su acción. El primero se dirige a la psiquis y a la actuación, mientras el segundo, se constituye también en un elemento intermediario entre la actividad del hombre y el objeto externo, está destinado a obtener tal o cual cambio en el propio objeto. El instrumento psicológico no provoca cambios en el objeto; él tiende a ejercer una influencia sobre la psiquis propia (o de los otros) o sobre la actuación. El no es una manera de actuar sobre el objeto. En el acto instrumental, por consiguiente, se manifiesta una actividad relativa a sí mismo y no al objeto. (...) Controlar aquello que, entre las fuerzas de la naturaleza, constituye su propia actuación es la condición indispensable para el trabajo. En el acto instrumental, el hombre se controla a sí mismo desde el exterior, con la*

ayuda de los instrumentos psicológicos (VA, p. 43)” (Vergnaud, 2004, p. 44).

Los sistemas de signos son objetos visibles que tienen una doble naturaleza: por un lado forman un conjunto de marcas desplegadas en el espacio y directamente perceptibles, y por otro remiten a otra realidad. El conjunto de propiedades de los sistemas de notación los caracteriza por partida doble, determinan lo que es posible y lo que no es posible dentro del sistema. Y si bien no son la traducción directa de una realidad, sino modelos de esa realidad, crean nuevas realidades, permiten discriminar otras relaciones tal como sucede con los mapas, los sistemas de escritura, los sistemas de notación numérica, etc.

Es en este sentido que la clase de resolución de problemas constituye uno de los escenarios en los que los alumnos manifiestan con mayor énfasis aquellas carencias que no han sido satisfechas durante la formación escolar (Escudero, González y García, 1999). Esto es así dado que uno de los requisitos que se necesitan para comenzar a formular modelos físicos es, la representación externa de la situación planteada. Representación que puede ser algebraica o gráfica. Además, los alumnos deben comprender que cada una de estas modalidades aporta distinto tipo de información.

En esta revisión inacabada, más de carácter teórico, se ha intentado profundizar en algunos puntos de encuentro, diferencias y complementariedades para sólo dos autores.

Hoy se ve con mucha más claridad que el desarrollo se va logrando con la ayuda de otros y de sistemas de signos, hay que reconocer que Vygotsky planteó el tema con mucha más fuerza.

¿Dónde estamos? ¿Cuáles son sus contribuciones? ¿Para dónde vamos?

La adquisición de significados, como ya se ha comentado largamente en la literatura especializada, es un producto del aprendizaje significativo. Es decir, el significado real para el individuo (significado psicológico) emerge cuando el significado potencial (significado

lógico) del material de aprendizaje se convierte en contenido cognitivo diferenciado e idiosincrásico por haber sido relacionado, de manera sustantiva y no arbitraria, e interactuado con ideas relevantes existentes en la estructura cognitiva del individuo.

También hay un cierto distanciamiento; por ejemplo en el grado de influencia otorgado a la cultura. Vygotsky amplió agudamente el concepto de instrumento a las nociones de símbolo y signo. No sólo hizo aportes que permitieran la generación de otros caminos en relación a las concepciones vigentes en el siglo XX, sino que expandió el horizonte pedagógico en diversos sentidos. Se podría hablar de un desinterés relativo de la explicación de Ausubel (2002) en los fenómenos cognitivos complejos que se ha traducido en limitaciones para explicar la resolución de situaciones problemáticas nuevas, dado que su objetivo era otro, su propuesta es una teoría del aprendizaje, sobre todo del aprendizaje receptivo. A nuestro entender, ese es precisamente su punto fuerte.

La complejidad en el tratamiento y concepción de la resolución de problemas no ha pasado inadvertida para Ausubel. Ha descrito con nitidez en sus primeras publicaciones la naturaleza del discernimiento, las características distintivas del mismo, el método para atacar un problema, el conocimiento conciente de su existencia, entre otros y ha ceñido el alcance de su teoría, advirtiendo la necesidad de más constructos en su último trabajo. Sin embargo,

“Solución de problemas, sin duda, es un método válido y práctico para buscar evidencias de aprendizaje significativo. Tal vez sea, según Ausubel, la única manera de evaluar, en ciertas situaciones, si los alumnos realmente comprendieron de manera significativa las ideas que son capaces de verbalizar” (Moreira, 2000, p. 23).

“La conciencia para Vygotsky puede ser considerada una función compleja de la materia, capaz de un reflejo activo de lo real y originada en una actividad de transformación mediata de la materia; pero capaz de reorganizar a un nivel superior todas las funciones dependientes de ella. (...) Esta transformación no podía entenderse como un mero cambio cuantitativo (por ejemplo, por un incremento

de las conexiones o de la capacidad asociativa de la mente), sino, con arreglo a la ley dialéctica de paso de la cantidad a la cualidad; es decir, en términos del desarrollo de una estructura nueva, que implicaría la transformación de la propia estructura de los procesos dependientes de ella” (Rivière, 1994, p. 38).

Las posiciones vygotskianas y ausubelianas abordadas en esta ponencia, en algunos casos en palabras de autores que escriben sobre ellos, va dejando claro el papel de la actividad instrumental en la mediación semiótica que, a su vez, es indispensable en el aprendizaje significativo de contenidos cualesquiera, escolares o no, constituidos por signos. Aquí se han dado algunas aplicaciones –predominantemente en resolución de problemas– como ilustración. Frecuentemente esta línea ha sido descuidada.

En la enseñanza sigue siendo preciso identificar sobre cuáles conocimientos previos el alumno se puede apoyar para aprender. El desarrollo del modelo ausubeliano para la práctica educativa nos ayuda a entender el significado del aprendizaje significativo para la labor docente. Probablemente la idea más importante de esta teoría y sus posibles implicaciones para la enseñanza y para el aprendizaje pueden ser resumidas en la siguiente proposición, de su autoría (Ausubel et al, 1978):

“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averigüese esto y enséñese de acuerdo con ello”.

Al enfrentar una situación problemática en ciencias la identificación y representación interna de la situación, la selección de los conceptos y sus relaciones, como así de los datos, la planificación de la acción, la secuencia de cálculos hecha, la autorregulación, el análisis de casos límite, entre otros, dependen de *“aquello que el aprendiz ya sabe”*. No simplemente como pre-requisito sino entendida como una idea amplia y hasta cierto punto vaga. En este sentido, Ausubel se está refiriendo a la “estructura cognitiva” en dos dimensiones; es decir, el contenido total y la organización de sus ideas en un área particular de conocimiento como a aspectos específicos de

la estructura cognitiva que son relevantes para el aprendizaje de nueva información.

“*Averigüese esto*” no es una tarea simple, pues significa “desvelar la estructura cognitiva preexistente”, es decir, los conceptos, ideas, proposiciones disponibles en la mente del individuo y sus interrelaciones, su organización. Significa, en el fondo, indagar sobre los contenidos mentales, las representaciones internas de los individuos. En palabras de Moreira (2000, p. 10) significa “*hacer un mapeamiento de la estructura cognitiva, algo que difícilmente se consigue realizar a través de test convencionales que, por regla general, enfatizan el conocimiento factual y estimulan la memorización*”.

“*Enséñese de acuerdo con ello*” tampoco es una idea con implicaciones nada fáciles, dado que significa basar la instrucción en aquello que el aprendiz ya sabe, identificar los conceptos organizadores básicos de lo que se va a enseñar y utilizar recursos y principios que faciliten el aprendizaje significativo. Este punto se vincula fuertemente también con el uso del lenguaje simbólico y resulta de enorme trascendencia si pensamos en la importancia que tienen todos los sistemas de signos que median las actividades humanas. Sin que se quiera decir que es el único posible.

La proposición de Ausubel –a nuestro entender– sigue sintetizando la importancia que las representaciones (internas y externas) –en forma conjunta y articulada– tienen en las ciencias cognitivas justificando más de 40 años de vigencia. Ausubel y Vygotsky nos proveen de valiosas claves para una puesta en acción. De todas formas, creemos que en Vygotsky ni en Ausubel no se encuentra todo lo necesario para desarrollar el trabajo en el aula, ni la investigación básica ni la didáctica. Ni Vygotsky ni Ausubel se interesaron suficientemente en aspectos como si el niño aprende sobre todo en la acción ¿cómo compatibilizar la resolución de problemas a este nivel?

Para concluir

La adquisición de grandes corpus de conocimientos –como precisa la resolución de pro-

blemas en ciencias, por ejemplo– es totalmente imposible en ausencia de aprendizaje significativo.

Ausubel se ocupa específicamente de los procesos de aprendizaje y de enseñanza de conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados en la vida cotidiana, constituyendo una de las primeras propuestas que tiene en cuenta los conocimientos previos de los individuos. Su teoría se define a sí misma como una psicología educacional en el sentido de que manifiesta una genuina preocupación por los aprendizajes ocurridos en el aula.

Uno de los grandes problemas que aqueja a todos los profesores –y a los propios alumnos– es la dificultad para comprender lo que aprenden. Ausubel con pocos –no obstante, sustanciales– conceptos hace una de las aportaciones más notables para mejorar la comprensión, para hacer del aprendizaje una tarea con significado.

La perspectiva de Vygotsky sigue conteniendo –para muchos de nosotros– algunas de las propuestas más promisorias y de los análisis más perpicaces de la psicología del siglo XX. Su influencia e inspiración sigue dejando huellas. Sin embargo, es de una manera inacabada que este trabajo relata parte de sus contribuciones. Nuestra selección se ha basado fundamentalmente en dos consideraciones: a) es una de las partes más características, ricas y menos conocidas y b) es también la más cercana a nuestros intereses compartidos, como profesora de Física e investigadora en Enseñanza de las Ciencias, acercando aspectos muy relevantes de su obra.

Acordamos con Moreira (2000, p. 84) que tiene, por tanto, mucho sentido hablar de aprendizaje significativo en un enfoque vygotskyano del aprendizaje. Hasta tal punto que se podría invertir el argumento y decir que tiene mucho más sentido hablar de interacción vygotskyana en una perspectiva ausubeliana del aprendizaje. Aquí argumentamos sobre la trascendencia de la actividad instrumental y la interacción como unidad de análisis privilegiada para el análisis de los procesos psicológicos superiores.

La resolución de problemas y su investiga-

ción se constituyen en un objeto complejo. Ambas teorías –así como otras (Escudero y Moreira, 2004)– han brindado elementos valiosos que ayudan a su interpretación y comprensión, cada una de ellas recortando unos pocos aspectos de la misma (superponiéndose a veces entre ellas), no “alcanzando” por separado para explicar ampliamente la resolución de problemas en el aula.

Una posible salida sería la creación de escenarios en los que usar el conocimiento científico sea relevante. Al decir esto estamos incorporando a la matriz del aprendizaje de las ciencias, la mediación social y cultural. La toma de conciencia acerca de la enseñanza explícita de los diversos sistemas de representación empleados en disciplinas como Física por parte de quienes son responsables de los diseños curriculares, podría provocar cambios en los mismos, ya que se haría evidente la

necesidad de asignar tiempos y actividades que actualmente no figuran y consecuentemente no se desarrollan.

Muchas veces la invisibilidad de las dificultades en el aprendizaje de los símbolos, conceptos, relaciones imposibilita que se promueva la renovación del quehacer didáctico – incluso investigativo– mismo.

Necesariamente nos acercamos más a involucrar con mayor énfasis el papel de la cultura en la formación de la mente, en tanto sabemos que uno de los aspectos cruciales de la enseñanza de las ciencias es el aprendizaje y el empleo de nuevos (o parcialmente nuevos) lenguajes y formatos representacionales externos. Nos parece muy útil la profundización en el análisis de las relaciones que existen entre las representaciones cognitivas individuales y los sistemas de signos.

Notas

Trabajo parcialmente financiado por CICITCA. UNSJ, Argentina.

¹ Sin embargo, el interés de Vygotsky por los trabajos de Piaget no deja dudas. Vygotsky se apoya explícitamente para desarrollar sus propias ideas sobre dos obras publicadas antes de 1930: “*El juicio y el razonamiento en el niño*” y “*Lenguaje y pensamiento en el niño*”. Piaget –por su parte– sólo tomó conocimiento de la obra de Vygotsky un buen tiempo después de su muerte (ocurrida en 1934).

² Podemos decir que Piaget presuponía, como Kant, la existencia de conocimiento científico y, de hecho, lo que procuró fue mostrar cómo efectivamente se constituye un sujeto capaz de hacer ciencia. Se interesó por investigar acerca de cuestiones como el paso de conceptos cotidianos a científicos dentro de un programa epistemológico. Es decir, que aquello que para Piaget era el norte general del programa, para el programa vygotskyano era un aspecto parcial, un problema específico (Escudero 2005).

³ Para un recordatorio y/o revisión de las teorías de Ausubel pueden consultarse las obras Ausubel (2002), Moreira (2000), así como las Actas de cuatro Encuentros de Aprendizaje Significativo ya realizados. La exiguidad del máximo de páginas permitidas nos ha limitado en este sentido.

⁴ La noción de trabajo de la propia teoría marxista puede consultarse en Marx y Engels (1848). Pero, recordemos básicamente tres ideas centrales: el ser humano es capaz de crear su propio entorno artificial, y simultáneamente en ese proceso se constituye el propio hombre como tal, como producto también de esta actividad transformadora sobre el orden natural. Ahora bien, existen dos requisitos más; uno de ellos es el uso de herramientas, sobre todo el hecho de la existencia de herramientas físicas que potenciaban la capacidad de trabajo humano, y el último componente es que el trabajo es esencialmente un proceso social y no meramente de intercambio de energía con la naturaleza.

⁵ No se está diciendo que Piaget ignorara estas capacidades del niño sino que teóricamente no eran las relevantes a efectos de lo que quería explicar. Por otra parte, los paradigmas de investigación en psicología evolutiva temprana variaron enormemente desde aquellas elaboraciones piagetianas y permiten advertir el desarrollo precoz de una serie de capacidades en diversos dominios que resultaban difíciles de aprender con las técnicas de indagación de la época de Piaget y Vygotsky (Baquero, 1997).

⁶ Esto ocurre de una manera análoga a como en Piaget encontramos que el sujeto epistémico se va constituyendo trabajosamente.

⁷ Una unidad de análisis análoga a la *interacción sujeto-objeto* en Piaget es la que nos permite explicar,

luego, por el recorrido de la acción, la constitución de un sujeto de conocimiento y, simultáneamente, la de un objeto de conocimiento, por eso aquí uno podría decir también “Piaget es interaccionista”, pero sucede que es un interaccionismo de otro tipo. La interacción para Piaget está centrada en la relación sujeto-objeto, pues precisamente lo que se quiere demostrar es que la coordinación progresiva de las acciones permite constituir complejamente al objeto y al sujeto simultáneamente (Escudero, 2005).

⁸ A diferencia de producir fenómenos mnémicos, los cuales no son procesos voluntarios ni conscientes, aunque son procesos de memoria.

⁹ Acordamos con Vergnaud (1990, 1998) que la matemática es más que un lenguaje, es conocimiento.

¹⁰ El término re-describir se emplea en el sentido otorgado por Karmiloff-Smith (1994, p. 37) al definir el modelo de re-descripción representacional (RR): “*Consiste en un proceso cíclico mediante el cual información ya presente en las representaciones del organismo que funcionan independientemente y están al servicio de propósitos particulares se pone progresivamente a disposición de otras partes del sistema cognitivo, gracias a la intervención de procesos de re-descripción*”.

¹¹ “El significado lógico (...) se refiere al significado inherente a ciertas clases de material simbólico, por la misma naturaleza de éste” (Ausubel, 1976, p. 63).

¹² Una resolución como la que Ausubel caracteriza como por discernimiento. Esta “disposición” es una variable individual –caracterización propia de una época– y hace surgir una pregunta acuciante: ¿Qué pasa con los alumnos con dificultades en la resolución de problemas, por ejemplo en Física?

¹³ La transferencia es, quizá el criterio más importante del discernimiento. La comprensión –verbalizada con exactitud– de un principio general facilita enormemente (por transferencia) la resolución de problemas particulares que ejemplifica (Ausubel et al, 1983).

¹⁴ La diferencia principal entre el aprendizaje proposicional tal como se encuentra en las situaciones de aprendizaje basado en la recepción por un lado, y en las situaciones de aprendizaje basado en el descubrimiento por otro, reside en si el contenido principal de lo que se debe aprender es descubierto por la propia persona que aprende o si le es presentado.

¹⁵ Para ello es importante apuntalar la autorregulación de los aprendizajes, lo que favorecería la comprensión de los conceptos involucrados en la resolución de problemas. El estudio se ha llevado a cabo en una temática de Química General: estequiometría.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. and Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. [Trad. Cast.: por Editorial Trillas, México, 1981]
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 2º edición.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Baquero, R. (1996). *Vygotsky y el aprendizaje escolar*. Buenos Aires: Aique.
- Baquero, R. (1997). Trabajo, actividad instrumental e interacción. Algunas claves de la psicología de Vygotsky. *Novedades educativas*, 75, pp. 76-77. Buenos Aires: Editorial Propietaria Beatriz Kaplan.
- Bruner, J. y Haste, H. (Comp.) (1990). *La elaboración del sentido. Cognición y desarrollo humano*. Barcelona: Paidós.
- Colé, M. y Scribner, S. (1979). *Introducción a Vygotsky, L. S.: El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Costa, S. S. C. y Moreira, M. A. (2001). A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18 (3), pp. 263-277.
- Escudero, C.; González, S. y García, M. (1999). Resolución de problemas de Física en el aula: un análisis del discurso de su aprendizaje y enseñanza en nivel medio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4 (3).
- Escudero, C. y Moreira, M. A. (2004). La investigación en resolución de problemas: una visión contemporánea. *Actas del Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de Ciencias (PIDEC)*, Vol. 6, *Texto de Apoyo N° 23*. Universidad de Burgos, España - Universidad Federal Rio Grande del Sur, Brasil.

- Escudero, C. (2005). Inferencias y modelos mentales: un estudio de resolución de problemas acerca de los primeros contenidos de Física abordados en el aula por estudiantes de nivel medio. *Tesis doctoral*. Universidad de Burgos, España - UFRGS, Brasil.
- Escudero, C.; Moreira, M. A. y Caballero, M. C. (2006). Un estudio sobre la conceptualización en alumnos universitarios de nociones de física referidas a movimientos de rodadura sin deslizamiento. Actas en CD de *VIII Simposio de Investigadores en Educación en Física (VIII SIEF)*, Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.
- Gangoso, Z. (1999a). Resolución de problemas en Física y aprendizaje significativo. Primera parte: Revisión de estudios y fundamentos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 12 (2), pp. 5-21.
- Gangoso, Z. (1999b). Investigaciones en resolución de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4 (2).
- González, S. y Escudero, C. (2006). El aprendizaje de los sistemas externos de representación como herramienta transformadora para la resolución de problemas de Física. *Proyecto de investigación en ejecución*.
- González, S. y Escudero, C. (2007). En busca de la autonomía a través de las actividades de cognición y de metacognición en ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pp. 310-330.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Marx, K. & Engels, F. (1848). *Manifiesto del Partido Comunista*.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. En Moreira, M. A.; Caballero, M. C. y Rodríguez, M. L. (org). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*, Burgos, España, pp. 19-44.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor.
- Moreira, M. A. (2004). Lenguaje y aprendizaje significativo. En: *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje*. M. A. Moreira; M. C. Caballero y M. L. Rodríguez. Burgos, Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos.
- Novak, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universidad.
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Rivière, A. (1994). *La psicología de Vygotski*. Madrid: Visor, 4ª edición.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23), pp. 133-170.
- Vergnaud, G. (1997). Aportes de la psicología del aprendizaje a la tarea docente. Entrevista (1º y 2º parte). *Novedades Educativas*, 76, pp. 39-40 y 77, pp. 62-64. Buenos Aires: Editorial Propietaria Beatriz Kaplan.
- Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 17 (2), pp. 167-181.
- Vergnaud, G. (2004). *Lev Vygotski*. Porto Alegre: GEEMPA.
- Vygotsky, L. S. (1926b). Los métodos de investigación reflexológicos y psicológicos. En L. S. Vygotsky 1991.
- Vygotsky, L. S. (1977). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.