

ALGUNAS IMPLICACIONES DE LA TEORIA DE PIAGET
PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATEMATICA
A NIVEL SECUNDARIO

Antonio Viviano
Componente Docente
I.U.P.E.R.A.E.L.

RESUMEN

El presente artículo pretende puntualizar en una forma general algunas implicaciones educativas que puedan derivarse de la teoría del desarrollo intelectual de Jean Piaget. En este sentido, basado en los trabajos experimentales de algunos autores dentro de esta corriente y del mismo Piaget, se hace una somera descripción de las etapas del desarrollo intelectual y del proceso de equilibrio, y a partir de ellos se hacen inferencias acerca de su utilidad en la enseñanza, en particular de la matemática. Así, se concluye que un proceso de diagnóstico que permita detectar la etapa de desarrollo en la cual se encuentra el aprendiz podría ser fundamental en la toma de decisión acerca del tipo de estrategia a usar para enseñar. Tomando en cuenta el proceso de equilibrio mental cuya ruptura y restablecimiento da lugar a la transformación de las estructuras mentales y, por lo tanto, a su desarrollo, se infiere que las estrategias de inquirimiento y de resolución de problemas donde el estudiante participe activamente serían las más apropiadas dentro de ese marco de referencia. Finalmente, se sustenta la individualización de la enseñanza.

INTRODUCCION.

Acaba de fallecer Jean Piaget, autor de una de las teorías psicológicas que actualmente no sólo tiene muchos defensores, sino que a nivel internacional, se están realizando, dentro del marco de esa teoría, un sin número de investigaciones tanto básicas como aplicadas. Me refiero a la teoría del desarrollo intelectual. Analizando esta teoría desde el marco de referencia de un docente, una pregunta podría surgir en forma natural: ¿Cuáles son las implicaciones educativas, o más específicamente, las implicaciones para la enseñanza? ¿Cómo se debe enseñar considerando los puntos de vista y los resultados experimentales de los trabajos de Jean Piaget? Por supuesto que responder esa pregunta no es tarea fácil; sin embargo, con el objeto de compartir ideas con mis colegas me permito presentar algunas conclusiones, no muy específicas, derivadas de algunos análisis de los aspectos más resaltantes de la teoría del desarrollo intelectual.

Ante todo, es conveniente aclarar que lo que indujo a Piaget a realizar sus investigaciones no fué precisamente el interés para resolver problemas educativos sino la búsqueda de datos para construir una teoría del conocimiento consistente y coherente. Casi todos sus

trabajos tuvieron esa orientación. En su libro con Inhelder "The growth of logical thinking, from childhood to adolescence" (El desarrollo del pensamiento lógico de la niñez a la adolescencia), Piaget e Inhelder describen los cambios en las operaciones mentales lógicas que tienen lugar entre la niñez y la adolescencia, describen además, la estructura formal que marca la completación del desarrollo operacional de la inteligencia. Para esto utilizan como instrumentos de análisis las estructuras matemáticas de grupo y retículo. Los resultados de los experimentos que ellos llevaron a cabo y describen en la primera y segunda parte del libro, son interpretados usando lógica algebraica, y luego en la tercera parte del libro, Piaget integra lo que él llama el punto de vista estructural con el punto de vista del equilibrio, para explicar el pensamiento formal. Otra vez en "Learning and Development of cognition" (Aprendizaje y desarrollo de lo cognitivo) Inhelder, Sinclair y Bovet reportan un conjunto de estudios cuyo propósito fué investigar los mecanismos de transición de una etapa del desarrollo cognitivo a la próxima. Su búsqueda no tiene que ver con problemas educativos, sino con la explicación del aprendizaje dentro de una concepción epigenética del conocimiento.

La aplicación de la teoría de Piaget al campo de la

educación ha sido trabajo de otras personas, psicólogos y educadores, quienes en las últimas décadas han llevado a cabo investigaciones e intentos de resolver problemas educativos dentro del marco de referencia de Piaget. Implicaciones valiosas han sido derivadas, no sólo para el docente en el salón de clase, sino también para los diseñadores de currículum y administradores educacionales. Para todos ellos la pregunta: ¿cómo enfocar el proceso enseñanza-aprendizaje dentro del marco de referencia piagetiano?, podría ser el elemento perturbador de su equilibrio cognitivo.

De acuerdo a la teoría de Piaget, el intelecto se desarrolla por etapas. Laurendeau y Pinard (1970), Inhelder, Sinclair y Bovet (1974), y Piaget e Inhelder (1958)³, para mencionar algunos, reportan estudios de acuerdo a los cuales las etapas del desarrollo son observadas en el desarrollo de los conceptos espaciales, los conceptos de conservación y el pensamiento lógico respectivamente. En relación a la estructura mental total Piaget diferencia cuatro etapas: sensoromotriz, pre-operacional, la operacional concreta y la etapa de las operaciones formales. La existencia de estas etapas significa que el niño progresa intelectualmente desde la más simple estructura genética que tiene al nacer, hasta la más compleja que alcanza en la adolescencia y en la edad

adulta. Pero, ¿qué significa cada etapa? Cada etapa significa que en algún momento en el tiempo la estructura mental del niño posee un conjunto de características que determinan en él una habilidad para llevar a cabo algún tipo de acción y la falta de habilidad para llevar a cabo otras. Aunque Piaget estableció una correspondencia entre cada etapa y la edad aproximada en la cual se alcanza (sensoriomotriz: nacimiento - 2 años, pre-operacional: 2 - (7-8) años, concreta operacional: (7-8)-(11-12) años, formal-operacional: (11-12) en adelante), otros investigadores han encontrado que esta correspondencia con una edad específica no siempre es seguida en el desarrollo mental y que más bien la correspondencia varía de acuerdo, entre otros factores, con la cultura, características individuales y condiciones socio-económicas. Así que, un niño de 9 años está probablemente en la etapa de las operaciones concretas mientras otro de la misma edad puede todavía encontrarse en la etapa pre-operacional. Pero lo que sí ha sido demostrado por los investigadores es que la estructura mental del niño se desarrolla pasando por estas etapas en el orden anteriormente indicado sin ningún salto. Tarde o temprano cada niño alcanza cada etapa (aunque podría darse el caso que la etapa de las operaciones formales no sea alcanzada totalmente), pero ninguna etapa es pasada por alto.

¿Cómo debería enfrentar la enseñanza aquel docente que acepta las conclusiones arriba mencionadas y desea enseñar tratando de ser congruente con ellas?

Antes de intentar responder esta pregunta, tratemos de precisar cuál es la forma usual en que un docente generalmente comienza a trabajar en el proceso enseñanza-aprendizaje. A solicitud de él mismo o por instrucciones de sus superiores, se le asigna el curso con el cual va a trabajar. Así, por ejemplo, un docente es informado que va a dar clase de Matemática en 1° Año de bachillerato. El docente con esta información a la disposición, busca el programa respectivo, lee los objetivos, los contenidos y las estrategias sugeridas, revisa algún texto, en el mejor de los casos replanifica la estrategia de manera tal que exista una pertinencia entre el objetivo y la exposición que el texto presenta del contenido respectivo, y seguidamente pasa a enseñar aquel contenido usando la misma estrategia para todo el grupo de estudiantes de aquella sección de 1° Año. ¿Se preguntó, acaso antes de comenzar a enseñar, si esos estudiantes, cuya edad va de 12 a 13 años, están todos en igual capacidad de comprender lo que él va a enseñar en la forma en que él lo piensa hacer? Es probable que algunos de los alumnos están justo entrando en la etapa del razonamiento formal y podrían comprender a través

de una forma deductiva-expositiva, mientras otros están aún en la etapa de las operaciones concretas, y difícilmente podrían lograr una verdadera comprensión del concepto o propiedad enseñada por vía deductiva-expositiva.

Un docente no debe decidir enseñar una demostración geométrica a adolescentes de 13 ó 14 años sólo porque ellos están en tercer o cuarto año, ya que es probable que esos estudiantes no hayan aún construido el todo estructurado con las formas combinatorias de la lógica proposicional que son características de una demostración matemática. El docente no debe tomar decisiones basándose sólo en la edad y/o nivel de estudio (año de estudio) del joven. Otra información adicional es requerida.

Dado que la edad y el año de estudio no dan suficiente información acerca de las habilidades intelectuales de los estudiantes, una forma alternativa de obtener la información suficiente podría ser recolectar datos para identificar la etapa de desarrollo mental de los aprendices. Este proceso ayuda a identificar la ubicación del estudiante en la escala del desarrollo, y a tomar decisiones en relación a las modificaciones que deben hacerse al contenido y a las estrategias en plena concordancia con los resultados del diagnóstico. El primer problema en aparecer para llevar a cabo un proceso

de diagnóstico podría estar relacionado con el tiempo a emplear para aplicar las pruebas. Los docentes de educación media no tienen suficiente tiempo disponible para examinar a sus alumnos usando los tests que Piaget y sus seguidores usualmente aplican en sus investigaciones. Estos tests requieren atención individual para cada estudiante, lo cual implica emplear demasiado tiempo en esa tarea. Sin embargo, este problema podría ser resuelto ya que actualmente están a la disponibilidad tests formados por baterías de preguntas que han demostrado ser tan confiables como los individuales. A través de estos tipos de tests (batería de preguntas), se puede clasificar un grupo de estudiantes en dos o tres subgrupos de acuerdo a si están en la etapa formal, concreta o de transición. Una vez hecha esta clasificación, comienza un proceso de toma de decisiones. El docente debe tomar decisiones en relación a posibles modificaciones en el contenido del curso, en los objetivos, en las estrategias y en la evaluación. Posiblemente habría que tomar decisiones que condujeran a la individualización de la enseñanza, o de no ser esto posible, podría tomarse alguna decisión, al menos para cada subgrupo. Si ninguna de las anteriores alternativas es factible implementar y al docente no se le permite introducir cambios o él no desea cambiar, el proceso de diagnóstico tiene aún una ventaja: el docente es

tá al menos consciente que está sacrificando algunos estudiantes.

Tal como se dijo previamente, la diagnosis implica un proceso de toma de decisiones en relación a la situación de aprendizaje. Uno de los aspectos acerca de los cuales deben tomarse decisiones es la estrategía de enseñanza. ¿En qué principio o idea básica debe fundamentarse la selección de la estrategia de enseñanza dentro del marco de referencia piagetiano?

De acuerdo a Piaget y tal como ya se dijo, los niños progresan mentalmente a través de las etapas del desarrollo. Sin embargo, aún puede formularse una pregunta: ¿Cómo progresan?

Piaget dice que los seres humanos tienden a adaptarse cognitivamente a través de los procesos complementarios de la asimilación y acomodación con el objeto de mantener un equilibrio cognitivo. Es a través de este proceso de equilibrio que la estructura mental del niño se transforma progresivamente caracterizando las cuatro etapas ya mencionadas.

Cuando el aprendiz es enfrentado con una situación, problema, o experiencia, él trata de asimilarla a su estrutura mental ya existente. Si la situación se ajusta ó engrana con su estructura cognitiva, entonces él

incorpora la experiencia y se acomoda a esa situación. Si la experiencia es una experiencia nueva y no engrana en su estructura mental, entonces se produce un conFLICTO entre su estructura ya existente y la nueva situación, o en otras palabras, entre lo que él es capaz de entender y lo que su ambiente le presenta. De esta manera su equilibrio estructural cognitivo se rompe y de inmediato se inicia un proceso para restablecerlo. El niño comienza a buscar la respuesta apropiada para acomodarse a la nueva situación. En este intento para reestablecer el equilibrio, sus estructuras ya existentes pueden interactuar entre sí, pudiendo así dar lugar a nuevas estructuras, o podría darse el caso que el muchacho actúe en forma de ensayo y error, puede formular y confrontar hipótesis con su realidad, o puede buscar más información. Todas estas conductas pueden inter-relacionarse y emitirse en cualquier orden. A través de estas acciones mentales y/o ffsicas la estructura cognitiva ya existente va transformándose de alguna manera hasta que una estructura más completa y apropiada es construida. Esta capacita al niño para dar la respuesta apropiada. De esta manera el niño se siente capaz de acomodarse a la nueva situación y el equillibrio es nuevamente alcanzado.

Es conveniente destacar que el surgimiento de la nueva estructura se produce de manera tal que incluye

a la anterior, la cual ya no existe en sí misma o no tiene sentido en sí misma, sino como parte de un todo. Lo que se ha ganado en este proceso es la adquisición de una estructura mental más compleja incluyendo la anterior como parte de un todo y por lo tanto, el aumento de las posibilidades del niño de responder a los estímulos del medio. Así que, lo que parece guiar el desarrollo de la estructura cognitiva es el rompimiento continuo del equilibrio cognitivo y la necesidad de restablecerlo. Una perturbación, un conflicto o lo que es lo mismo, una novedad, puede causarlo. Es importante destacar que para que un estímulo o situación nueva pueda romper el equilibrio cognitivo del muchacho, aquél debe ser percibido por él como un conflicto cognitivo. Si el muchacho no es capaz o no está, desde el punto de vista del desarrollo mental, listo para percibir la situación como un conflicto cognitivo no se producirá ninguna ruptura del equilibrio, y por lo tanto, no puede esperarse ningún tipo de progreso. Este podría ser el caso de un estudiante mentalmente en la etapa de las operaciones concretas, enfrentado con el problema de probar el Teorema de Pitágoras. No sólo no entiende el problema, sino que tampoco siente ni percibe el problema, ni se interesa por él. Para que el muchacho pueda ser sensible a un posible conflicto o asumir el compromiso de resolver el problema, él debe estar, al menos,

en el escalón inicial de la estructura cognitiva que lo capacitaría para resolver el problema². En estas condiciones, una estrategia de enseñanza podría inclusive acelerar el aprendizaje, es decir, hacer más corto el paso por la etapa respectiva. Finalmente, Piaget considera tres factores importantes en relación al proceso de equilibrio: la maduración, la experiencia que pueden ser física y lógico-matemática, y la interacción social. Estos factores juegan un rol fundamental en la ruptura y búsqueda del equilibrio cognitivo y, por lo tanto, en el desarrollo de la estructura mental.

De acuerdo a estas ideas, una estrategia de enseñanza apropiada debe mover al estudiante de una situación de desequilibrio cognitivo a la de equilibrio o de una situación de equilibrio al desequilibrio, para luego alcanzar el equilibrio otra vez. Si el estudiante está, al menos, en el escalón más bajo de la estructura cognitiva requerida para aprender un contenido específico, él puede ser movido en la secuencia antes mencionada presentándoles situaciones de novedad o de conflicto que él se compromete a resolver. Dado que la necesidad de equilibrio aparece cuando el conflicto causante del desequilibrio aparece, este conflicto sería el elemento motivacional para mantenerlo en la búsqueda del equilibrio cognitivo. La motivación, entonces,

no es un refuerzo dado en forma contingente sobre una conducta específica, sino la necesidad de mantener el equilibrio cognitivo. No se observaría efecto alguno como consecuencia del refuerzo si el muchacho no poseyera la estructura apropiada para dar una respuesta específica. El refuerzo o cualquier premio es valioso si una estructura apropiada guía la conducta del aprendiz.

El cambio que el estudiante puede seguir para resolver el conflicto no es único. De acuerdo a esto y dado que el conflicto puede conducir al estudiante a la construcción de una nueva y más compleja estructura a través de la búsqueda del equilibrio, una estrategia apropiada para enseñar es aquella que involucra al aprendiz en la búsqueda, que lo conduzca a inquirir sobre el tópico en cuestión o formular hipótesis y contrastarla con su realidad, a analizar y revisar el camino seguido para, si es necesario, introducir cambios.

El estudiante mismo percibe un problema (conflicto) y asume el compromiso de resolverlo buscando el equilibrio, y siguiendo no necesariamente el camino que el docente considera el mejor, sino el camino o caminos que él es capaz de seguir de acuerdo a su estructura mental ya formada. Más aún, uno de los mecanismos que el muchacho usa al resolver un nuevo problema al pasar de una situación a otra más compleja es un modelo o es

quema de estrategias. El trata de aplicar la misma estrategia que ya aplicó exitosamente a una situación menos compleja. El transfiere la estrategia en una primera instancia y al ver que no cuadra completamente, intenta modificarla revisándola y buscando otros elementos: más información, nuevas relaciones entre las estructuras ya existentes a través de experiencias físicas, lógico-matemáticas y sociales. Este resultado experimental con los puntos de vista antes mencionados parece fortalecer dos enfoques actuales en la enseñanza, y en particular a la enseñanza de la matemática, enfoques estos que podrían confundirse en uno sólo. Me refiero a lo que debe enseñarse y a cómo debe ser enseñado: método de la disciplina y resolución de problemas.

De acuerdo a algunos autores, en las disciplinas cuya estructura es parecida a la de la matemática, lo que debe enseñarse es lo que se denomina: componentes estructurales de la disciplina. Según ellos, estos componentes son: conceptos, principios, generalizaciones y el mismo método de estudio de la disciplina. De manera tal que un docente de matemática no sólo debe enseñar conceptos o teoremas y axiomas, sino que debe enseñar también el método de estudio de la matemática. Obviamente, esto no significa que un docente en un curso determinado va a enseñar este aspecto de manera tal que

al final del curso ya el estudiante es capaz de usar correctamente el método, más bien implica que el docente a cualquier nivel y respetando la estructura mental del aprendiz vaya colocando al muchacho en contacto con el método axiomático-deductivo, de manera tal que en el tiempo la estructura mental se vaya desarrollando aproximadamente cada vez más a lo idealmente perfecto que posiblemente nunca será alcanzado. Se podría decir que habría un desarrollo en espiral. Esto, a simple vista, podría parecer algo escandaloso: ¿Cómo colocar a un niño de 5°, 6° grado o de 1° año de bachillerato en contacto con el método axiomático-deductivo, o lo que Piaget llama hipotético-deductivo? El niño juega casi desde que nace. Los juegos podrían ser situaciones muy apropiadas para esto. En un juego hay reglas que se establecen a priori. Usando estas reglas e inter-relacionándolas se pueden construir reglas más complejas y pueden derivarse jugadas particulares. Si se lograra que el estudiante interactuara con el contenido matemático a través de experiencias de este tipo, podría irse desarrollando en el aprendiz la estructura mental de un ser realmente pensante.

Colocar al estudiante en situaciones como estas es darle la oportunidad de resolver un conflicto mental reestructurando sus estructuras mentales ya existentes y

dado que, de acuerdo a resultados experimentales anteriormente mencionados, el estudiante usa como mecanismo la transferencia de estrategias, él aprendería, no sólo a usar el enfoque matemático, sino a perfeccionarlo cada vez más, formando estructuras mentales más refinadas.

De lo anteriormente dicho se desprende que la forma en que él puede aprender el método de la matemática es usándolo cada vez en situaciones más complejas. De aquí se desprende que la estrategia más apropiada es la de plantearle situaciones de conflicto mental que él mismo, y no el docente, tenga que resolver. Aquí encaja perfectamente lo que hoy se conoce como estrategia de resolución de problemas.

En relación a esta estrategia, es conveniente aclarar dos cosas. En primer lugar, la resolución de problemas matemáticos. Esto se refiere a cómo debe enseñar a resolver un problema en matemática. Aquí la metodología de Polya consistente de cuatro fases básicas: entendimiento del problema, construcción de un plan, ejecución del plan y revisión de todo lo hecho, o cualquier otra metodología derivada, es apropiada. Pero lo que es importante resaltar es que esta metodología trata de ayudar a que el estudiante resuelva él mismo el problema, transfiera estrategias de una situación a o-

tra, use su propia experiencia, adquiera experiencias complejas basadas en otras más simples abstractas o concretas, use el enfoque hipotético-deductivo y, en definitiva, tenga la oportunidad de razonar. Vale la pena hacer énfasis en que es el estudiante quien resuelve el problema y no el docente. Esto último sólo debe servir de guía o de organizador de la experiencia y debe respetar el camino elegido por el aprendiz aunque no sea el más corto.

En segundo lugar, es conveniente destacar el enfoque de resolución de problemas, e inclusive, la metodología de Polya, no sólo debe ser usada para resolver un problema específico de matemática, sino que además debe ser usada como estrategia de enseñanza, es decir, como productora de un conflicto mental y como camino para restablecer dicho equilibrio. Una clase puede iniciarse con una experiencia cuidadosamente organizada que produzca el rompimiento del equilibrio mental del estudiante; esto es, una clase puede iniciarse con el planteamiento de un problema, ya sea por el docente o por los mismos alumnos, que sea percibido como tal por ellos. El desarrollo de la clase o de las futuras clases consistiría simplemente en la implementación de la metodología: identificación de incógnitas y datos (entendimiento del problema), formulación de hipótesis de

trabajo: caminos para resolver el problema (preparación de un plan), ejecución del plan y revisión y reorganización del plan. Un ejemplo muy conocido podría ser la construcción de los enteros. El problema a plantearse podría ser la solución de la ecuación $x + a = b$ en los naturales. Una vez más es conveniente tener presente que es el estudiante quien construye, no el docente. Para finalizar, en relación a este aspecto, es conveniente recalcar que la enseñanza del método de la matemática a través de la estrategia de resolución de problema es lo que realmente podría contribuir al desarrollo intelectual del muchacho, lo cual debería ser el fin principal del proceso educativo, en lugar de centrar la atención en los detalles de la asignatura.

Finalmente una última pregunta: ¿Tiene cabida la individualización de la enseñanza dentro del marco de referencia de Piaget?

Dado que dos niños a la misma edad pueden disponer de estructuras cognitivas diferentes y, por lo tanto, pueden percibir una misma situación en forma diferente y que por haber tenido diferentes experiencias pueden enfrentar un mismo problema por caminos diferentes, y dado que si consideramos que la enseñanza debe tener como centro principal al aprendiz, entonces no queda otra alternativa que concluir que al organizar las expe

riencias de aprendizaje para los niños deben considerarse estas características individuales.

Pero esta individualización de la enseñanza no debe ser considerada como lo opuesto de la enseñanza grupal. Por el contrario, la enseñanza grupal no sólo engrana, sino que también es necesaria dentro del marco referencial piagetiano.

En efecto, Piaget dice que la interacción social es un aspecto muy importante en el desarrollo cognitivo del muchacho. A través de las interacciones sociales puede quebrarse el equilibrio cognitivo y el proceso de restablecimiento toma lugar y, como consecuencia, la estructura cognitiva se desarrolla. Por las interacciones sociales el niño puede percibir situaciones que él no entiende, que no engranan completamente dentro de su estructura mental y por lo tanto puede aparecer el conflicto cognitivo seguido del compromiso de resolverlo.

Aún más, el desarrollo cognitivo del niño está en relación inversa a su egocentrismo. El egocentrismo limita su desarrollo intelectual. El niño no es capaz de observar o hacer consideraciones desde un sistema de referencia diferente al de su propio cuerpo, es decir, hacer consideraciones tomando en cuenta el punto de vista de otra persona. El es prisionero de su propio cuer-

po, lo cual limita el desarrollo de su estructura mental. Cuando este egocentrismo comienza a disminuir, o como dice Piaget, cuando el niño comienza a descentrarse, él comienza a tomar en cuenta otros puntos de vista y a usar otros sistemas de referencia diferentes al de su propio cuerpo, y esto facilita su desarrollo mental. ¿Qué mejor forma que las interacciones sociales para llegar a ser menos egocéntrico y respetar y usar los puntos de vistas de los demás? En consecuencia, las actividades grupales deben necesariamente formar parte de cualquier estrategia de enseñanza, aunque pueden responder a una estrategia individualizada.

Para concluir, vale la pena hacer notar que una estrategia de enseñanza debe ir de situaciones concretas a las abstractas, sea para muchachos en la etapa formal o para adultos. Siempre, al intentar resolver una situación problemática nueva, tratamos de hacer uso de estrategias ya usadas exitosamente, es decir, concretas, para construir una más compleja y más abstracta.

BIBLIOGRAFIA

- Furth, Hans. Las ideas de Piaget (su aplicación en el aula). Edit. Kapelusz, Buenos Aires. 1974.
- National Council of Teachers of Mathematics. Piagetian cognitive development research and mathematical education.

- Piaget, Jean. Psicología y Pedagogía. Editorial Ariel.
- _____. Educación e Instrucción. Edit. Proteo.
- _____. Seis estudios de Psicología. Edit. Barral, Barcelona, 1974.
- _____. El lenguaje y el pensamiento en el niño. Edit. Guadalupe.
- Holloway, G.E.T. Concepción del espacio en el niño según Piaget. Edit. Paidós.
- Richmond, P. G. Introducción a Piaget. Edit. Fundamentos.
- Schwebel, M. y R. Jane. Piaget in the classroom. Basic Books, Inc. Harper.