

AMBIENTES COMPUTACIONALES Y DESARROLLO COGNITIVO: PERSPECTIVA PSICOLOGICA

Hugo Escobar Melo

RESUMEN

El presente artículo revisa el proceso de desarrollo cognitivo desde la perspectiva teórica Piagetiana y Post-Piagetiana, describiéndolo como una evolución no lineal donde se manifiestan aparentes regresiones, desequilibrios y errores sistemáticos por parte del sujeto en el proceso de resolver problemas. Explica lo que podría denominarse cómo promover el desarrollo cognitivo, en términos de mejorar la velocidad de asimilación. A continuación sitúa las características didácticas de los enfoques algorítmico y heurístico de la computación educativa como medios susceptibles de ser empleados en el aprendizaje y en el desarrollo cognitivo. A manera de conclusión plantea algunas variables cognitivas a tener en cuenta en el diseño de nuevos ambientes computacionales o el uso de los ya elaborados.

INTRODUCCIÓN

La posibilidad de promover el desarrollo cognitivo a partir de la utilización de los apoyos de la informática constituye sin duda alguna, una de las relaciones más excitantes de explorar entre la Informática Educativa y la Psicología. Este artículo intenta plantear, desde la psicología, algunos principios para el diseño de ambientes computacionales que sean susceptibles de ser utilizados en el desarrollo cognitivo. Parte de una breve visión del mecanismo de la evolución cognitiva desde diversas perspectivas investigativas, define lo que sería promover el desarrollo mismo y, a partir de allí, establece pautas metodológicas útiles en el diseño de ambientes educativos computarizados orientados intencionalmente a la cognición.

El desarrollo cognitivo en el modelo de Piaget

Para Piaget el desarrollo cognitivo y específicamente lo que él denominó "desarrollo espontáneo" del pensamiento del niño, además de depender de una serie de factores específicos y de presentarse bajo una organización de períodos y estadios, implica un mecanismo mental, que explica tanto la existencia de las secuencias del desarrollo (sensorio motriz - preoperatorio - operatorio - formal), como su esencia y naturalmente lo que es capaz de hacer el niño en un determinado nivel.

El mecanismo del desarrollo mental descrito por Piaget [] permite comprender que el desarrollo cognitivo se da en una secuencia que no es precisamente progresiva, sino de características no monótonas, donde las reconstrucciones y superaciones de conflictos cognitivos, también denominados desequilibrios y tendencia

natural hacia lo mejorante, o hacia el equilibrio perfecto, es lo determinante.

Quizá porque los estadios de Piaget se dan en una secuencia invariable, se tiende hacia la falsa idea de concebir estadios de logro absoluto, donde es difícil comprender cómo un sujeto que habiendo alcanzado un determinado estadio, pueda en cierto sentido "retroceder". Es difícil entender que en algún momento, su habilidad de respuesta se vea modificada y cometa "errores sistemáticos", que ya debería haber superado en el desarrollo mismo. Esto tiene que ver, por ejemplo, con "inaplicaciones" del tipo ¿cómo es posible que si el niño ha desarrollado sus capacidades, cometa errores ante preguntas que hacen dos o cuatro años se le habían formulado y había respondido correctamente ?.

El π (mecanismo del desarrollo cognitivo), en términos del conocimiento de un objeto o de la construcción de una noción, implica siempre un ciclo. Parte de una forma práctica y se desenvuelve hasta lograr una representación que hace uso de lo simbólico, donde los objetos asimilados o los conceptos construidos, puedan ser ubicados en lo real y lo posible. El mecanismo que se aplica típicamente al desarrollo de un concepto que está en construcción en la mente del niño es el siguiente :

- Primero el concepto o el objeto se construye en términos de una forma práctica o intuitiva actual, dominada bajo la percepción inmediata.
- Se asiste luego a una objetivación progresiva, donde el objeto o el concepto se vale de la función semiótica, en general, para ser representado en la mente del aprendiz, posibilitando la descentración de la representación momentánea o intuitiva.
- Finalmente, se logra la construcción de operaciones reversibles, donde el objeto o el concepto se inscribe en un sistema o estructura de anticipaciones y retroacciones, permitiendo un pensamiento móvil, lógico y desligado de las apariencias a las que la percepción somete.

Según Piaget, el conocimiento de un objeto o la construcción de una noción está mediatizada por dicho mecanismo que es, al mismo tiempo, una "secuencia indefinidamente repetida, por continua que sea la evolución mental cuyas grandes líneas hemos intentado trazar. Esta ascensión da lugar a algunas repeticiones que a veces parecen casi vueltas atrás, como si una parte de las coordinaciones adquiridas en un plano o en una esfera dada deban ser aprendidas de nuevo en el paso siguiente o cuando la esfera precedente se inscribe en una esfera concéntrica más extensa" (ibid). Por ejemplo :

- Hacia los 5-6 meses los niños han construido la noción de objeto y saben que un objeto está en donde se le ve estar y lo deja de buscar en los sitios habituales si lo ve en otros sitios. Ahora bien, a los niños de 2 años les suele ocurrir que, estando en la presencia de su madre, ante la pregunta: ¿en dónde está mamá?, el niño señale el sitio habitual donde normalmente suele encontrar a su madre, cometiendo el "error sistemático" de no darse cuenta que la tiene en frente.

Ese mecanismo que da la idea de una "regresión", denominada por Piaget como desfase vertical, revela el costo de tiempo y desarrollo que hay que emplear, dado que lo que se construye en el plano sensorio motor, en este caso la noción de situación del objeto, debe ser reelaborado en el plano verbal.

Por ello el desarrollo en la perspectiva clásica Piagetiana y en las que se presentan a continuación, reviste un carácter de progreso, pero dentro de una imagen que no es propiamente la de unos peldaños, quizá tal vez como una cinta de movías o la escalera de Escher, que muestran la ilusión de subir y bajar o desplazarse continuamente hasta el infinito, pero volviendo sobre planos de la realidad ya vividos.

La concepción del desarrollo en los Post-Piagetianos

Los estudios después de Piaget sugieren con más énfasis que el desarrollo no corresponde a la idea de curvas lineales, sino precisamente a la imagen de curvas en M o W, que revelan aparentes progresos, aparentes regresiones y errores conductuales sistemáticos, es decir, aquellas respuestas supuestamente erróneas, ante situaciones superadas.

Uno de los ejemplos clásicos de esta serie de datos novedosos acerca del desarrollo cognitivo lo constituye las investigaciones de Sidney Strauss [2], con relación al concepto de cantidad intensiva. Strauss descubrió que en el desarrollo del concepto de intensificación los niños, a los 4 años, respondían ante una tarea experimental de manera adecuada; luego lo hacían incorrectamente hasta los 12 años, lo que revela una situación paradójica, ya que hay que esperar 8 años para resolverla nuevamente en forma correcta. Tal situación se explica por la utilización por parte del niño de diferentes argumentos, que constituyen representaciones conceptuales, las cuales le permiten evaluar la realidad o una transformación de manera particular.

Strauss denomina a dichas representaciones "patrones de razonamiento" o especies de reglas semánticas de evaluación. A lo largo del desarrollo tales patrones se van volviendo más complejos, pero no por ello más efectivos en la comprensión del mundo circundante.

Analicemos una situación típica para comprender cómo determinados patrones de razonamiento en un momento dado del desarrollo, permiten o no resolver correctamente una tarea experimental:

La situación:

Tres vasos con igual cantidad de agua y de azúcar (A, B, C) y un vaso vacío de doble capacidad (D) con relación a los anteriores. Se toman los vasos B y C y se mezclan en D. Se invita al niño de cuatro años a resolver la siguiente pregunta. Si tu pruebas el contenido de este vaso (se señala el A) y éste (el D) cuál de los dos es más dulce ?.

El niño de cuatro años, según Strauss, posee un patrón de razonamiento que equivale a lo

siguiente "soluciones de agua y dulce dan como resultado agua dulce". Al aplicar este tipo de patrón a la tarea, el problema es resuelto correctamente pero naturalmente sin mucha argumentación al respecto, ya que cualquier vaso con agua y dulce, es agua dulce. Un niño mayor que ha progresado en su desarrollo utilizaría el siguiente patrón equivalente a: "Más azúcar, da como resultado más dulce, más agua da como resultado menos dulce", al aplicar dicho patrón de forma rígida el niño no logra resolver el problema de manera adecuada ya que al tomar cualquiera de las partes del patrón evaluará que el vaso D al tener 2 cucharadas sabe más dulce (2 cucharadas, una proveniente de B y otra de C), o el A al tener la mitad de la cantidad de agua con relación a D, es menos dulce. En el ejemplo anterior el niño no logra establecer la equivalencia y compensar la cantidad de agua frente a la cantidad de azúcar.

En las investigaciones de Inhelder [3] con respecto al aprendizaje de la noción de equilibrio mecánico, donde intervienen los conceptos de centro geométrico y centro de gravedad, se presentan conductas también paradójicas: el niño pequeño resuelve bien los problemas y luego, al tener instrumentos de razonamiento más complejos, vuelve a cometer errores que aparentemente ya había superado. La explicación a esta serie de hechos es planteada por la autora como la construcción progresiva de una "teoría-en-acción" que determina las acciones del niño ante la solución de problemas específicos. .

La serie de hechos que nos revelan momentos críticos del desarrollo cognitivo, aparentes errores sistemáticos, utilización rígida de argumentaciones, es aquí interminable.

Surge aquí la pregunta, ¿Qué es promover el desarrollo cognitivo?.

Dentro de la idea teórica de que se trata de construir instrumentos cognitivos y no de aprender mecánicamente respuestas ante preguntas o tareas, promover el desarrollo cognitivo equivale a generar una mayor velocidad de asimilación. Esta capacidad se ve enriquecida por la exigencia de las tareas que se le proponen intencionalmente al niño, de manera que él pueda utilizar sus operaciones, constituyéndose la situación educativa como en un complejo conjunto de "ejercicios operatorios".

La intervención sobre el desarrollo cognitivo intenta lograr, desde ambientes planificados, una mejor comprensión de lo que sería un lugar natural para el aprendizaje, haciendo de la situación el medio estimulante que promueva la construcción de instrumentos cognitivos efectivos.

La función de los proyectos de desarrollo cognitivo y de la tecnología didáctica que se debe emplear para promover verdaderamente tal desarrollo deberá actuar quizá con mayor énfasis, en la superación de los conflictos cognitivos o desequilibrios y orientarse hacia aquellos estadios críticos del desarrollo donde se viven verdaderas crisis, tanto por el sujeto como por el educador, ya que éste último debe concebir que una determinada conducta no necesariamente exitosa, es índice en muchos casos de progreso y no debe evaluarla como inapropiada.

Ambientes DE APRENDIZAJE BAJO ENFOQUES algorítmico y heurístico

Sería iluso plantear que la libre actividad del sujeto lo conducirá a un desarrollo mejorante. De hecho la realidad de nuestros niños en diversos ambientes nos muestra lo contrario. También es iluso creer de por sí que cualquier ambiente de aprendizaje, y en particular un material educativo computarizado, pueda en virtud de su "magia electrónica" proporcionar los alimentos cognitivos necesarios para mejorar la velocidad de asimilación y posibilitar el ejercicio operatorio.

Una de las cualidades más destacadas de los sistemas educativos computarizados es que permiten llevar a la práctica enfoques educativos eminentemente opuestos pero complementarios, el algorítmico y el heurístico, donde cada uno de ellos privilegia algún aspecto del hecho educativo y del desarrollo cognitivo en particular [4]. "Estamos ante una tecnología que permite transmitir la herencia acumulada, al tiempo que hace posible desarrollar nuevos patrones de pensamiento" [5].

Es necesario, bajo esta perspectiva, discutir algunas peculiaridades de los ambientes computacionales educativos para, a partir de allí, proponer un conjunto de ideas metodológicas desde la perspectiva psicológica, que pueden tomarse en cuenta en el diseño de ambientes computarizados que se orientan específicamente al desarrollo cognitivo.

Un ambiente de aprendizaje bajo enfoque algorítmico se caracteriza por los siguientes elementos:

1. El contenido de aprendizaje está organizado en secuencias predeterminadas de actividades dirigidas a lograr objetivos mensurables.
2. Enfatiza la transmisión de información y por lo tanto, el sujeto funciona como receptor y procesador de la información.
3. El diseñador es quien controla el proceso instruccional, al determinar previamente los eventos externos que apoyen el proceso interno de aprendizaje.
4. El sistema está organizado de forma que pueda darse información de retorno diferencial, caminos alternativos y diversos niveles de complejidad dependiendo de la capacidad del alumno, en términos del tiempo de asimilación e información previa.
5. Intenta cubrir cada una de las fases del acto de aprendizaje, entendido éste como el procesamiento de la información (motivación, atención, percepción, codificación, almacenaje, retención, evocación, transferencia, ejecución y refuerzo). Sin embargo, con dificultad privilegia los niveles altos de aprendizaje.
6. Optimiza la organización de los contenidos, en términos de análisis estructurales de metas de instrucción, diseño y administración modular del currículo.
7. Enfatiza la asimilación de información concreta y la adquisición de habilidades específicas, tales como información verbal, discriminación, aprendizaje de conceptos y manejo de reglas en la solución de problemas.
8. Exige del alumno conductas exactas dentro de criterios específicos de respuesta

muy concretos.

De otra parte un ambiente de aprendizaje bajo enfoque heurístico, posee las siguientes características:

1. No se provee directamente el contenido al alumno. A partir de la interacción con un micromundo, el alumno prueba sus propias hipótesis y descubre o valida las reglas en juego.
2. Enfatiza el descubrimiento. El sujeto, a partir de unas reglas básicas, se mueve en un micromundo lo suficientemente excitante como para desencadenar retos y actividades de discernimiento, tanto deductivo como inductivo.
3. El diseñador, al modelar el micromundo, provee al alumno un espacio de aprendizaje y no predetermina lo que este va a aprender ni las respuestas requeridas para el logro del objetivo; éste se logra cuando el modelo del micromundo es descubierto y dominado, además de su formalización como nueva conceptualización en la consciencia del sujeto.
4. El tipo de respuestas exigidas son de índole aproximativa, es decir, cada vez el sujeto puede implementar acciones que se acerquen a las más efectivas, dentro del sistema modelado; no necesariamente existe una sola respuesta de tipo rígido.
5. Cubre esencialmente los niveles más altos de aprendizaje, tales como la solución de problemas y el aprendizaje de estrategias cognitivas, al caracterizarse por apoyar la búsqueda, el descubrimiento y el razonamiento.
6. Privilegia en el alumno la actividad creativa, la exploración y el descubrimiento en la línea de la asimilación y construcción del conocimiento.
7. Se centra en la capacidad de autogestión y motivación intrínseca del sujeto, lo que hace que predomine el auto-aprendizaje. Es el alumno quien controla el proceso de aprendizaje.

Los dos enfoques anteriores pueden llevarse a la práctica en un ambiente computarizado, recurriendo a materiales educativos computarizados que hagan posible la operacionalización del enfoque. Tal es el caso de los sistemas tutoriales y de ejercitación y práctica (enfoque algorítmico) y de los simuladores, juegos, lenguajes y herramientas (enfoque heurístico). Sin embargo, como es evidente de la caracterización anterior, no basta con que se disponga de un ambiente computarizado para que el material cumpla con su cometido. Es necesario que quien lo diseña y quien lo administra (el facilitador del aprendizaje) estén embebidos del espíritu del enfoque respectivo, para que, de esta manera, todo el entorno de aprendizaje sea coherente y conducente al logro de lo que interesa desarrollar en el aprendiz.

¿Qué aporta la psicología al diseño y administración de ambientes educativos computarizados - algorítmicos, heurísticos o combinación de ellos, que efectivamente promuevan el desarrollo cognitivo? Las siguientes pautas pretenden ser un punto de partida.

PAUTAS PARA DISEÑAR ambientes educativos COMPUTARIZADOS QUE PROMOVAN el desarrollo cognitivo

Volviendo a la reflexión psicológica, dentro de la concepción pico-genética del desarrollo, el aprendizaje es una función dependiente de la interacción entre el sujeto y el contenido. En este sentido, cualquier situación mediatizada ora, por ejemplo, un programa computacional heurístico o algorítmico, o una combinación de ambos, debe dirigirse a posibilitar la existencia de encuentros significativos entre el sujeto y el objeto por aprender, además de interacciones apropiadas del alumno con sus interlocutores.

La actividad didáctica creada por el docente consistiría en planear ambientes adecuados para que el sujeto construya acertadamente el conocimiento, bien sea científico o de meta cognición. En este sentido el docente diseñador de las situaciones de aprendizaje debe tener en cuenta la "forma natural" como conoce el sujeto, donde dicha "forma" no es de ninguna manera un proceso mecánico simple de fijación de la información o de refuerzo de la misma. Al respecto, los estudios del desarrollo y aprendizaje de nociones espontáneas en el niño y el adolescente [6], han sido registradas como procesos bastante complejos que van desde la representación global del contenido de aprendizaje, pasando por fragmentaciones momentáneas, composiciones y descomposiciones, hasta el logro de síntesis definitivas, evidencias que corroboran la no linealidad del desarrollo cognitivo.

Toda nueva conquista de conocimiento implica la integración y coordinación de esquemas anteriores, que en la estructura lograda adquieren un nuevo significado. Se trataría, entonces, al interior de una unidad de aprendizaje apoyada por computador, de utilizar esquemas asimilatorios que en cierto sentido le "inyecten" al objeto de conocimiento una "forma", que sea captada como retroinformación por el alumno y nuevamente procesada en el sentido de la acomodación o ajuste cognitivo.

Un micromundo poderoso (que sea significativo al usuario y relevante frente al objeto de conocimiento) le permite al alumno un espacio interactivo para probar sus representaciones momentáneas, experimentar conflictos cognitivos, descomponer y componer nuevamente la representación del contenido, realizando la acomodación referida anteriormente.

Didácticamente una unidad de aprendizaje operatorio mediatizada computacionalmente, debe tratar de enriquecer la capacidad del medio ambiente educativo, incitando la actividad intelectual en términos de activar los esquemas de asimilación del sujeto, centrándolo deliberadamente en lo reflexivo y privilegiando la actividad simbólica representacional, lo cual consiste en obtener conocimiento a partir de la abstracción de las transformaciones.

Las situaciones de aprendizaje operatorio exigen la abstracción reflexiva, lo que implica en el papel del docente y de los medios didácticos un esfuerzo por inducir al sujeto hacia la construcción de dicho conocimiento. Lo que se trata de proponer al sujeto es un espacio de mediatización entre él y el contenido por aprender, en términos de situaciones excitantes donde se promuevan sus operaciones y pueda re-captar lo que resulte informativo, como un

reflejo en espejo acerca de la "forma inyectada" al objeto de conocimiento. En esta línea de ideas, el espacio mediatizado y los micromundos computacionales se definirían como ambientes propicios para el "ejercicio operatorio" relevantes a aquello de lo que se trata, para allí poner en juego las operaciones cognitivas disponibles por el sujeto.

Los sistemas computacionales, sean de uno u otro enfoque, no pueden ser impermeables a la problemática de la cognición, o lo que implica el aprendizaje y lo que debe ser una didáctica consecuente con dicho proceso; la investigación psicológica de las dos últimas décadas muestra que la clave de cómo aprendemos responde a modelos no lineales de aprendizaje, es decir, caminos de integración, crisis y nuevas síntesis de los contenidos aprendidos, además de la utilización de operadores análogos a los motores de inferencia de los sistemas expertos.

A manera de conclusión, se proponen a continuación esquemáticamente algunas variables cognitivas que se deberían tener en cuenta en el diseño de nuevos ambientes computacionales, o en la utilización de los ya elaborados :

- Utilización por parte del alumno de esquemas básicos de asimilación, es decir instrumentos cognitivos ya desarrollados o en proceso de evolución, cuya función consiste en atribuirle un significado a la noción, concepto o tarea de aprendizaje contemplada. En otras palabras, se trata de que la situación didáctica propuesta, en éste caso computacional, permita poner en funcionamiento las herramientas cognitivas de las cuales dispone el sujeto.
- Promover la utilización de esquemas de conocimiento o conceptos intuitivos previos acerca del "objeto" de conocimiento. El sujeto por lo general posee una idea previa acerca del contenido por aprender o la tarea a desarrollar, y puede estar cerca o lejos de la realidad de dicho contenido; la función del medio es, precisamente, acercar las representaciones de sentido común frente a las científicas.
- La situación de aprendizaje operatorio debe crear confrontaciones o contradicciones cognitivas (conflictos), tendientes a desencadenar nuevas coordinaciones. Quizá la clave de cualquier situación mediatizada ora radica en el promover las denominadas confrontaciones y desequilibrios entre lo que el sujeto conoce y el problema por resolver.
- Los ambientes computacionales deben permitir la vivencia de la anticipación cognitiva por parte del sujeto, de modo que éste pueda prever las consecuencias de su actividad o las posibilidades de su actuación. Este juego poderoso de anticipación le permitiría modificar por aproximaciones sucesivas sus representaciones, lográndose el verdadero sentido de la información de retorno, característica esencial del ambiente computacional.
- En la medida en que el sujeto ponga a prueba sus hipótesis de pensamiento logrará una información de retorno que modifique tanto sus conocimientos como sus instrumentos cognitivos. Un ambiente computacional que permita probar hipótesis y enfatizar en el

manejo de la felación, posibilidad tan poco utilizada en la vida corriente, se convertiría en un medio importante para generar nuevas formas de pensamiento y solución de problemas.

- La planeación de un ambiente computacional debe tener en cuenta la exigencia hacia el sujeto de un manejo cada vez mayor de unidades de información, de modo que en un determinado tiempo real, el niño por ejemplo no pierda de vista, que una cantidad puede compensar otra.
- La planeación del conjunto de actividades de aprendizaje en términos de problemas por resolver debe guardar cierta secuencia y estar en correspondencia con el momento del desarrollo cognitivo, pues si el abismo es muy grande entre lo que se propone al niño y lo disponible por él en términos de capacidades, el sujeto abandonará la tarea propuesta.
- Idealmente las actividades mediatizadas o aquellas que provocan verdaderos retos a las personas son las situaciones planteadas como problemas, es decir como eventos donde hay que emplear medios, donde no se conocen de entrada los caminos de solución y donde hay que conquistar una meta determinada. Desde este punto de vista el ambiente computacional debe ofrecer problemas por resolver y la forma de ellos puede variar en un espectro muy grande, empleando diversos formatos, tales como laberintos, micromundos simulados, rompecabezas, transformaciones físicas, etc.
- Se ha señalado insistentemente que el desarrollo cognitivo pasa por períodos verdaderamente críticos donde el sujeto comete errores ya superados; la planeación de ambientes específicos en estos momentos y en áreas de conocimiento específico, podría contribuir a mejorar la capacidad y velocidad de asimilación. El error debe ser tratado como un momento de desarrollo y no como una conducta inadecuada.

REFERENCIAS

- Piaget, J. (1979). El mecanismo del desarrollo mental. Barcelona : Editora Nacional.
- 2 Strauss, S. (1982). Investigaciones sobre las cantidades intensivas. En Cognición y desarrollo. Cali: CLEPS.
 - 3 Inhelder, B. (1984) Si quieres avanzar hasta con una teoría. En Mario Carretero, Editor. Lecturas de psicología del pensamiento. Madrid: Alianza psicología.
 - 4 Galvis, A.H. (1988). Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador. Boletín de Informática Educativa, 1(2), 116-139.
 - 5 Dwyer, T. (1974). Heuristic strategies for using computers to enrich education. International Journal of Man-machine Studies, 6.
 - 6 Mounoud, P. (1984). El desarrollo cognitivo: construcción de estructuras nuevas o

construcción de organizaciones internas. En Rebeca Puche (compilación y comentarios)
Después de Piaget. Cali: Ediciones CLEPS.