

trabajo y a

número 5 • Noviembre 1993

Revista del Instituto

de Ciencias

de la Educación

Universidad Autónoma de Madrid

tarbiya

Revista de investigación e innovación educativa

número **5** • **Noviembre** 1993

**MONOGRÁFICO DEDICADO AL PROFESOR
JUAN PASCUAL-LEONE**

Compilador: Antonio Corral



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

DIRECTOR: Fernando Arroyo Ilera

EDITOR: Nicolás Rubio Sáez

CONSEJO DE REDACCIÓN:

Jesús Alonso Tapia, Manuel Álvaro Dueñas, Carmen Aragonés Prieto

Eugenio Bargaño Gómez, Isabel Brincones Calvo, Jesús Crespo

Redondo, M.^a África de la Cruz Tomé, María Rodríguez Moneo, Cesar

Sáenz de Castro, Eugenia Sebastián Gascón

COLABORACIÓN TÉCNICA: Fernando Mir Cordero

DISEÑO DE PORTADAS E INTERIORES: Alfonso Meléndez

«*Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, no se identifica necesariamente con el contenido de los trabajos ni con la opinión de los autores que publica.»

© I.C.E. de la U.A.M.

I.S.S.N.: 1132-6239

Depósito Legal: GU-231-1992

Edición a cargo de: **COMPOBELL** S. L. - Murcia

índice

PRESENTACIÓN

- 7** La propuesta de Pascual-Leone
Antonio Corral

ENTREVISTA CON J. PASCUAL-LEONE

- 15** Sobre inteligencia artificial, creatividad, inteligencia verdadera, voluntad, aprendizaje y desarrollo.
Antonio Corral y Charo del Valle

ARTÍCULOS

- 31** Afirmaciones y negaciones, perturbaciones y contradicciones, en Piaget: ¿Es causal su última teoría?
Juan Pascual-Leone
- 39** Las matemáticas: fundamento de un desarrollo equilibrado
Antonio Corral
- 57** Análisis racional de reglas de juegos practicados por niños fang en un poblado de Guinea Ecuatorial
Pilar Pardo de León

NOTA A LOS LECTORES

Hace año y medio nos propusimos con ilusión transformar nuestro antiguo *Boletín del I.C.E.*, que tan buena aceptación tenía en el mundo académico y profesional, en una revista que, continuando por el camino ya abierto, ampliara su contenido y mejorara su presentación para llegar a un número mayor de lectores. La acogida que ha tenido *Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, nos alienta a seguir en esta línea.

El número que ahora recibe cierra una etapa. Una vez consolidada la revista, nos hemos propuesto mejorar los canales de distribución. Por el aumento de los costes de edición y el incremento constante de suscriptores, y, por tanto, de la tirada, hemos llegado a un punto en el que ya no es posible continuar financiando el crecimiento de la revista con el presupuesto del Instituto, como hasta la fecha.

Por esta razón, el presente número será el último que reciba gratuitamente. No obstante, no consideramos que las 1.500 ptas. de la suscripción, que dará derecho a los tres números anuales y un extraordinario, si lo hubiera, sea un precio elevado.

Estamos seguros de que sabrá comprender las razones que nos fuerzan a tomar esta decisión. Si no, estaríamos condenando a *Tarbiya* a desaparecer en un futuro no muy lejano. Me atrevo a pedirle que rellene el boletín de suscripción que aparece en la última página y contribuya, de este modo, a que *Tarbiya* pueda continuar prestando a la comunidad educativa el servicio que justificó su aparición.

Fernando Arroyo Ilera

presentación

La propuesta de Pascual-Leone

LO primero que hay que decir es que la teoría de PL está inextricablemente vinculada al gigantesco edificio levantado por Piaget. Así, PL está sumergido plenamente en la *realidad* de Piaget. Lo que ocurre es que al ser uno de sus seguidores más creativos y audaces no se ha limitado únicamente a repetir lo ya conocido. Se podría decir que ha dado un paso más, dentro del territorio conceptual creado por Piaget.

Para empezar, me gustaría destacar, sin perjuicio de entrar posteriormente en más profundidades, dos de sus aportaciones más sustanciales: *el análisis de tareas y la capacidad mental* (M).

El análisis de tareas

La habilidad de Piaget para plantear problemas a los niños, que promueven en ellos insospechadas respuestas, *desconocidas hasta entonces* —por lo que bien puede hablarse de descubridor de nuevas realidades— reclama un método de análisis de tareas que sepa poner en relación las demandas de todo tipo que exige la situación problemática (el objeto), con el proceso constructivo del sujeto. No es que Piaget estuviera ajeno a esta necesidad, pero él lo hacía, por

Antonio Corral

lo menos en una buena parte de su obra, según un modo muy peculiar: llevando a término una logificación de la inteligencia, con todos los sesgos que eso conlleva.

Por otra parte, el método de análisis (metasubjetivo) de tareas ideado por PL permite un acercamiento a la relación sujeto-objeto de carácter dinámico (dialéctico), al establecer, simultáneamente, dos niveles, en conexión, de análisis: los operadores genéricos, que están más allá de las situaciones particulares, y, los esquemas vinculados a las diversas situaciones.

¿Qué aporta el análisis de tareas? Quizás, lo más importante es que nos da, antes de conocer las respuestas de los sujetos, la demanda mental(Md) específica que la tarea requiere. Esto nos permitirá predecir el nivel de respuesta de cada sujeto en particular, pues podemos conocer, y esta es la otra sustancial aportación de PL, de un modo independiente, la capacidad mental(M) de los sujetos. Un sujeto sólo podrá alcanzar un determinado nivel de resolución, si y sólo si, su capacidad mental(M) es igual o superior a la demanda mental(Md) correspondiente al nivel de respuesta de que se trate.

¿Cuál es la ventaja de este procedimiento teórico-experimental? Veámoslo.

Con el método de Piaget es muy difícil no caer en un enojoso razonamiento circular, en una petición de principio o como ha preferido denominar PL a este problema en una paradoja (de aprendizaje): ¿Cómo puedo saber si un sujeto ha construido el pensamiento formal? *Porque resuelve tareas formales.* ¿Y por qué resuelve tareas formales? *Porque dispone del pensamiento formal.*

La teoría de PL es un intento de romper este círculo vicioso. Por una parte, podemos conocer la capacidad mental de los sujetos a través de una serie de tareas, que, en principio nada tienen que ver con el desarrollo de un pensamiento operatorio. Por otra parte, podemos conocer, mediante un adecuado método de análisis, la demanda mental (Md) de cada situación problemática.

No es que todo se reduzca a capacidad mental (M). Más bien todo lo contrario. Pero en estos momentos primeros quiero destacar estas innovaciones sustanciales.

Hay una ley dialéctica que establece la conexión entre los cambios cualitativos y cuantitativos y viceversa. Pues bien, la capacidad mental (M) sería el aspecto cuantitativo, que al crecer, propiciaría el cambio cualitativo propuesto por Piaget en sus estadios evolutivos.

Podemos ver, así, como PL intenta hacer converger, en su explicación teórica, tanto los aspectos lógico-formales como los dialécticos.

Decía antes que no todo se reduce a capacidad mental. Otra de las aportaciones de la teoría comentada, es la atención dedicada a las diferencias individuales, particularmente, al estilo cognitivo. Verdaderamente, a Piaget no parecía importarle nada las diferencias individuales. Yo creo que no era broma lo que decía de sí mismo: más que psicólogo era epistemólogo. Pero para llegar a una verdadera teo-

ría psicológica es necesario dar cuenta de las diferencias que hubiere entre varones y mujeres, o, entre analíticos y globalistas, por ejemplo.

Las actuaciones nuevas y auténticamente nuevas

UNA de las virtualidades, todavía poco exploradas, del enfoque de PL, es su previsible eficacia didáctica en el análisis de las dificultades del aprendizaje, tanto las intelectuales, como las volitivas y sentimentales. A este respecto, es de una gran utilidad la distinción conceptual entre actuación *aprendida*, actuación *nueva* (a.n.) y actuación *auténticamente nueva* (a.a.n.). Al mismo tiempo, y en intersección con esta discriminación, podemos hablar de situaciones *engañosas*, situaciones *distractoras* y situaciones *facilitantes*. Es estimulante observar cómo al aplicar estos conceptos a la relación enseñanza-aprendizaje, es posible iluminar las dificultades y sobrepasarlas.

En este punto son de enorme interés los análisis que Zubiri hace en su filosofía de la inteligencia (*Inteligencia sentiente*). Los incorporo porque resultan complementarios a los de PL.

La diferencia entre una actuación nueva (a.n.) y otra auténticamente nueva (a.a.n.) se centra en que mientras en la primera no hay una aprehensión primordial de la realidad que se quiere construir, en la segunda sí la hay. En el primer caso el sujeto se contenta con extraer de lo ya construido previamente, algo nuevo, que estaba *implícito*, para hacerlo explícito. De esto hay ejemplos tanto individuales como históricos. En la historia de la construcción del cálculo infinitesimal, Newton desarrolla las ideas de todos los que le preceden, particularmente las de

su maestro Barrow (P. M. González, *Las raíces del cálculo infinitesimal en el siglo XVII*, 1992). De ahí, que en situaciones como éstas, otro sujeto puede, de forma independiente, llegar a resultados similares. Todo lo que se requiere es estar familiarizado con el contexto de descubrimiento.

En la actuación auténticamente nueva(a.a.n.), en cambio, es ineludible que haya, primero una aprehensión general, intuitiva, muy rica en contenido, pero muy poco desarrollada en exactitud, de la realidad que debe ser, luego, construida paso a paso; perdiendo riqueza pero ganando exactitud. En este caso, el sujeto puede verse rebasado, por las consecuencias de su aprehensión primordial. Es el caso de Cantor, cuando, al demostrar, «contrariamente a la opinión matemática prevaleciente, que no era imposible establecer una correspondencia biunívoca entre recta y plano», exclamó «¡lo veo, pero no lo creo!» (J. W. Dauben, *El desarrollo de la teoría de conjuntos cantoriana*, 1980/1984). En estos casos, no suele darse, si es que se da alguna vez, el fenómeno de la simultaneidad del descubrimiento. Y, además, las resistencias que ofrece la comunidad científica a la nueva intelección, son, en muchos casos de una ferocidad extremada. Es de enorme importancia esta distinción lograda por PL. En la experiencia educativa, el aprendiz se apropia tanto de las a.n. como de las a.a.n. Pero por un camino trazado de antemano por el sistema educativo. Cada uno deberá construir, por él mismo, los descubrimientos históricos. No habrá creación, pero sí re-creación de lo ya creado. No puede haber creación radical mientras se aprende, porque el resultado final ya se conoce y hasta él se conduce al alumno. La situación no es totalmente abierta; mientras que, históricamente, en las a.a.n. la etapa final sólo estaba inteligida en aprehensión primordial, y, además, la etapa final, como

tal etapa, es una creación libre, nunca sobredeterminada por el contexto de descubrimiento.

Tanto es así, que muy bien podría no haber sucedido el descubrimiento auténticamente nuevo. Y, aún sucediendo, muy bien puede ser dejado, aunque sea momentáneamente, de lado. La prueba de que la historia de la construcción del conocimiento es una empresa *abierta, libre, no pre-determinada*, es la existencia de actuaciones auténticamente nuevas. La historia muy bien podría haber sido de otra forma. No estamos en la mejor de las historias posibles, ni en la peor. El conocimiento es un tarea inacabable; pero del mismo modo que hay distintos tamaños de infinito, así, de la misma manera, hay distintas líneas de riqueza creativa. En todas cabe el avance ilimitado, *pero en algunas más que en otras*. Y eso de que estamos en la mejor de las líneas posibles nadie lo ha conseguido demostrar, todavía.

Los errores

LA distinción entre situaciones engañosas y situaciones facilitantes también comporta una gran riqueza de análisis en el ámbito psico-educativo. La situación engañosa, por su propia naturaleza, impele al sujeto a activar esquemas cognoscitivos que, si bien son adecuados en otras situaciones, no lo son para la presente. La fuerza de la activación de estos esquemas, sólo puede ser vencida, mediante un costoso proceso de *interrupción*(I) de lo inadecuado, no de anulación, y de *desinterrupción* de los esquemas adecuados, o, en su caso, de construcción, mediante la utilización de la capacidad mental, de una nueva síntesis de esquemas, si es que no hay todavía en el repertorio virtual del sujeto los esquemas adecuados. Cuando, la fuerza de la

situación engañosa es tal que no puede ser vencida, se produce el *error*.

En este punto distinguimos, con Zubiri, entre este error, que es inteligente, fuente de conocimiento, inevitable, la cara oculta del avance intelectual..., y el *disparate, el sinsentido y el contra sentido*.

Ahora bien el análisis de PL, no se queda, sólo, en el análisis del error producido como fruto de la influencia de los factores del campo perceptivo, gestálticos, Factor *F* en su terminología, sino que también alcanza a otros errores, dialécticamente vinculados a *F*, pero no idénticos. Son los errores por sobredeterminación(SOP), donde no hay contradicción entre esquemas o estrategias, sino una *resistencia* de la propia realidad a ser conocida en (una más profunda) realidad. Son influencias internas, no campales. Creo que en términos de Zubiri, serían los sinsentidos y contrasentidos. El principio de Heisenberg, supera el sinsentido de querer conocer simultáneamente la posición y el momento del electrón, por ejemplo. Gödel, supera el contrasentido de querer fundar las matemáticas de un modo completo y consistente. Tanto una cosa como otra son una querencia connatural con nuestro sistema de entender.

En los psicoorganismos psicológicos sanos, no hay errores absolutos, porque no hay «esquemas erróneos». Todo esquema está ligado a una situación, [lo es de de algo], para la que ha sido necesario construirlo. Lo que hay es una activación errónea, vía una situación engañosa, de un(os) esquema(s) que no son los más adecuados en ese contexto.

Por lo que respecta a los disparates, son suscitados en las llamadas situaciones distractoras. Y, por último, el progreso en el aprendizaje se produce a través de las situaciones facilitantes, que son las que causan las construcciones conformes y adecuadas.

La verdad, como lo opuesto al error, en terminología de Zubiri, supone la conformidad, la adecuación y el cumplimiento.

La mayor parte de los errores están co-determinados, o están suscitados, por una interacción F-SOP, lo que hace difícil comprender la diferencia. Pero, como ejercicio mental o experimento mental, puede concebirse seres inteligentes determinados sólo por F(ángeles), sólo por SOP(máquinas) o por ninguno(dioses).

La paradoja del psicólogo

POR lo que respecta a un curioso problema *meta-psicológico*, ¿qué podemos decir sobre la posibilidad de que una teoría psicológica *refleje* incluso el proceso psicológico de su creador? Por ejemplo, ¿son explicables los motivos que llevaron a Freud a elaborar la teoría psicoanalítica, por la propia teoría? ¿La teoría de Piaget de la construcción del conocimiento puede aplicarse a su propio proceso de elaboración?

PL tiene la conjetura, de que si la teoría integra no sólo lo *psico-lógico* sino también lo *psico-dialéctico*, es decir si se teoriza de un modo *costruccionista-lógico-dialéctico*, tal proeza sería posible. En otro caso no. Por ejemplo, el enfoque puro del procesamiento de la información o computacional no podrá nunca hacerlo. La conjetura, que no ha sido demostrada, queda abierta a su resolución definitiva.

* * *

Hemos hablado de operadores (*M, I, F, SOP*), como funciones no vinculadas a situaciones espe-

cíficas, y, de esquemas, como construcciones elaboradas en y para situaciones específicas.

Hay más operadores, pero, para terminar esta introducción, me voy a referir a dos de ellos, dada su relevancia en el análisis del proceso de aprendizaje. Son los operadores C(contenido) y L(lógico). Siguiendo a PL habría cuatro formas, como mínimo, de construir el conocimiento:

- (1) Construyendo asociaciones entre estímulos, cosa que no exige esfuerzo mental. Son las estructuras C. Es la psicología de Skinner, válida si no sale de este nivel de análisis.
- (2) Mediante la abstracción de regularidades, ya sea con procedimientos inductivos o deductivos. Son las estructuras L. A ellas se ha dedicado Chomsky, en el ámbito del lenguaje. Válidas si no pretende reducir todo a ellas.
- (3) La interacción entre (1) y (2). Son las estructuras LC. Es la psicología del procesamiento de la

información. Insuficiente, todavía, porque no alcanza el siguiente nivel:

- (4) Son las actuaciones nuevas y las auténticamente nuevas, porque en ellas se invierte capacidad mental (M) sobre estructuras L y LC. De esta forma habría dos tipos de estructuras. (4a): LM, y, (4b): (LC)M, necesarias tanto para las a.n. como para las a.a.n.

Como se ve M coordina, re-ordena, jerarquiza, conecta, relaciona, activa, inhibe..... estructuras generadas a través de dos operadores ocultos: L y C. M no trabaja sobre estructuras C, a menos que estén enlazadas con estructuras L.

Al plantearse la estrategia didáctica, el profesor, deberá distinguir adecuadamente entre los distintos tipos de estructuras que se ponen en juego, según cada contenido particular.

Creo que la síntesis de PL, utilizada libre y creativamente, como fue creada, permitirá al docente acceder a zonas de análisis que de otro modo le estarían negadas.

**entrevista con
J. Pascual-Leone**

Sobre inteligencia artificial, creatividad, inteligencia verdadera, voluntad, aprendizaje y desarrollo

EN 1977, J. Delval publicó en *Cuadernos de Psicología* (números 8-9, marzo-abril, pp. 26-38) una

sustancial entrevista con PL. Gracias a ella, los que por entonces nos iniciábamos en la psicología evolutiva, pudimos conocer el programa de investigación de este sugestivo discípulo de Piaget. Han pasado 16 años desde aquella fecha: un buen momento para intentar un nuevo acercamiento a su trabajo teórico. Con ocasión de su reciente visita a nuestra universidad, donde ha impartido un curso de doctorado, hemos conversado ampliamente con él, atendiendo a una amable invitación de la dirección de *Tarbiya*. En lo que sigue, ofrecemos un extracto de la conversación mantenida.

Esperamos haber sido fieles al sentido de sus palabras, pues no hemos hecho una transcripción literal para no alargar de un modo inmoderado el número de páginas.

Si se hubiere deslizado algún error nos declaramos los únicos responsables. Hemos tratado de respetar al máximo el discurrir conceptual del entrevistado, y nos sentimos dichosos de dar a conocer las ideas de este esforzado *neo-piagetiano*.

Antonio Corral
Charo del Valle

Sobre la
Dialéctica en
Psicología

Antonio Corral.- Bruner, en su *Autobiografía*, dice literalmente: «al alejarme de Ginebra me sentí más cerca de Moscú...».

Juan Pascual-Leone.- Más cerca de Moscú, eso suena muy bonito.

AC.- Tú, que vienes de Piaget, pero has ido caminando hacia una postura decididamente dialéctica, me parece que te podrías sentir identificado con esta afirmación de Bruner.

JPL.- Si, es muy buena pregunta. Voy a contestarla. Cuando yo salí de Ginebra no fui a Moscú, fui a Nueva York con Witkin y luego al Canadá, pero realmente ya estaba interesado y había estado influido, por las corrientes y pensamientos que informan la psicología de Moscú. Con anterioridad, había tenido acceso por mi cuñado Antonio Ferraz a la mejor literatura filosófica. Había leído a Hegel, a Marx y a los marxistas. Estaba interesado, en suma, en el pensamiento dialéctico. Por eso, cuando fui a Ginebra reconocí, como muchos han reconocido, un aspecto dialéctico en el pensamiento de Piaget, que se explicitó más tarde; creo que el IV Piaget, que em-

pieza en los años setenta, es un constructivista dialéctico. El caso es que como tenía esta base antes de ir a Ginebra me influyó, quizás, en el modo de leer la psicología de Piaget y, claro, se puede decir, si me presto a la analogía con Bruner, que en lugar de ir de Ginebra a Moscú, como él, fui, en cierto modo, de Moscú a Ginebra. Aunque nunca he estado en Moscú, a mí se me da bien leer y aprender de autores que luego se convierten en maestros míos a través de la lectura.

AC.- En algún trabajo reciente citas a Lenin, pero un Lenin poco conocido: el de los *Cuadernos filosóficos*, texto que no publicó él. Más que un libro, es una recopilación de notas y apuntes de trabajo. Hay un párrafo que ha llamado la atención, entre otros, a Rolando García. En el libro sobre las operaciones dialécticas que tiene con Piaget reproduce el «esquema» donde Lenin, con una agudeza verdaderamente increíble, parece presagiar el itinerario epistemológico que luego seguiría Piaget: estudiar la psicología de los niños, la historia de las distintas ciencias, incorporar los estudios sobre la psicología de los animales... Pues bien, a ti te veo, en cierto sentido, conectado con este Lenin epistemólogo, y, relativamente, desconocido, con una visión de futuro pasmosa. No creo que te molestara si te adjetivara, en este sentido, como leninista.

JPL.- No, en ese sentido no me molesta. Los filósofos convencionales, con frecuencia, consideran a Lenin un político y un mal filósofo. No voy a discutir con los filósofos de filosofía, pero a mí me parece que Lenin era un pensador muy profundo, filósofo profesional o no, un pensador muy profundo; y, muy profundo en su concepción de la dialéctica. Lo que me interesa sobremedida de Lenin, de Marx, de Mao y de tantos otros, son estas «intuicio-

nes dialécticas» que son, podríamos decir, epistemológicas y de algún modo, también, ontológicas. Los comportamientos de un individuo o los acontecimientos sociales e históricos están determinados no solamente por procesos manifiestos sino también por procesos ocultos que influyen en los manifiestos. Los distintos procesos manifiestos y ocultos, mantienen entre ellos relaciones contradictorias, de modo que un proceso A, que por sí solo produciría una manifestación (X) que contradice la manifestación del proceso B(-X), cuando actúa conjuntamente con B (A y B) producen un resultado cualitativamente nuevo. Así, el proceso A está regulado en su manifestación por el proceso B, y, a su vez, el proceso B está regulado en su manifestación por el proceso A. Para comprender esta situación, necesitas examinar conjuntamente el proceso A y el proceso B en su interacción dinámica. Eso es, precisamente, la dialéctica según Lenin: «el conocimiento de las relaciones contradictorias entre las partes de una totalidad». Cuando A y B son semánticamente independientes, de modo que la manifestación de uno no cambia cuál sea el estado semántico del otro, tenemos relaciones lógicas: disyunción, conjunción, implicación... Pero cuando A y B son semánticamente interdependientes o mutuamente dependientes, y en sus manifestaciones cada uno regula al otro, y los dos, conjuntamente, producen un resultado, pero cada uno por sí solo contradice al otro en su manifestación aislada, entonces, cuando hay esas características, digo, que hay un sistema dialéctico. Estos procesos son muy importantes en la psicología evolutiva porque los procesos evolutivos, tanto en la Biología como en la Psicología son dialécticos.

AC.- Aprovechando estas reflexiones que haces sobre la dialéctica podrías explicar la diferencia entre

un razonamiento circular y explicación paradójica, por una parte, y un razonamiento dialéctico, por otra. Digo esto porque a veces se confunden ambas cosas y algo que es una verdadera explicación dialéctica de un fenómeno, pasa desapercibida. ¿Podrías explayarte un poco y distinguir entre las explicaciones circulares que, en realidad, no explican nada, y las explicaciones dialécticas que se hacen cargo de la complejidad?

JPL.- Hay dos aspectos ahí. Uno lo que llamaríamos una contradicción y otro lo que llamaríamos una explicación circular. Discutamos primero la relación circular y luego discutiremos sobre la contradicción. Las dos son necesarias para aclarar la diferencia entre lo que es una relación lógica y lo que es una relación dialéctica. Es muy común suponer que la dialéctica es un tipo de razonamiento falso y circular; por ejemplo, Popper, un hombre de muchísimo talento, un gran pensador, pero con sus prejuicios como cada uno, ha escrito páginas muy hostiles sobre la dialéctica, que convierten a los pensadores dialécticos en tontos. Es la estrategia de caricaturizar primero y ridiculizar después. El convierte a la dialéctica en un «hombre de paja» y luego concluye que el pensamiento dialéctico es baladí. Sostiene que la contradicción no es posible en el pensamiento racional. En el razonamiento circular supones un eslabón que es una premisa; pero si supones un eslabón que es una premisa —y esa premisa no está establecida independientemente— hay una circularidad, porque introduces constructos en el proceso de explicar que son, precisamente, los que tienes que explicar.

No habría circularidad si, esa premisa teórica que introduces, se pudiera investigar de un modo independiente —aunque no se haya investigado, eso no sería circular, estaría sencillamente no suficiente-

mente fundado pero, en principio, no sería circular—. Entonces, decir que el razonamiento dialéctico es circular supone condenarlo a la imposibilidad. Pero lo esencial es la noción de contradicción y la búsqueda de contradicciones. En Kant existe la idea de que el razonamiento dialéctico te permite aclarar los límites de la razón. Si, con un razonamiento dialéctico, persigues conclusiones en una dirección y, luego, en la opuesta y en cada caso llegas a una conclusión que parece válida pero las dos conclusiones son contradictorias, eso establece que tu razonamiento no tiene base firme y hay que suspender el juicio racional. En ese caso se usa el razonamiento dialéctico, para encontrar líneas de análisis contradictorias entre sí. Es un modo de indagar los límites de la razón.

Pero Hegel añade otro aspecto que nos está diciendo que siguiendo estas distintas ramas analíticas uno puede propiciar la emergencia y la síntesis nueva que resuelva el conflicto. He aquí un aspecto positivo del razonamiento dialéctico: al perseguir las distintas alternativas, quizá, puedes alcanzar más; al imaginar los límites de la razón, quizá, puedes propiciar una síntesis nueva que te permita resolver esas contradicciones. Pero, claro, esto supone que la contradicción dialéctica no es de hecho la contradicción lógica. Hablas de la contradicción lógica cuando dos términos se oponen de tal manera que el conflicto entre los dos términos no se puede resolver. Si A tiene sólo una dimensión de variación, tiene sólo un aspecto cualitativo, si estás hablando de A como una entidad cualitativamente pura, entonces A y no A no puede coexistir; o tienes A o tienes no A, esto es lo que la lógica dice y esto sigue siendo cierto. Cuando uno en lógica dice «eso es cierto» ¿qué es lo que realmente está diciendo? Lo que realmente está diciendo es que en el acto, si me

permite, de medida cualitativa, de evaluar un estado de experiencia, un momento de experiencia, con un análisis cualitativo racional, llamemos lógico, no vas a encontrar al mismo tiempo A y no A. Esto es así si A es cualitativamente pura, de modo que hay una sola dimensión de variación ahí, cualitativamente hablando. Digamos, rojo. Si rojo es una entidad cualitativamente pura entonces lo que encuentras es rojo o no rojo, no hay término medio. Si eso no es cualitativamente puro, si tu admites diferencias de valor o si tu admites otros colores, entonces puedes llegar a relaciones más complejas; y podría ocurrir en este caso que A y no A coexistan. Supongamos que A es un objeto o un estado complejo, por ejemplo, relaciones de valoración afectiva, querer, «te quiero». Si «te quiero» lo dice una persona compleja, entonces ese «te quiero» puede de hecho coexistir con «no te quiero», si es el caso de que la dimensión cualitativa a la que se aplica el «te quiero» resulta ser diferente de la dimensión cualitativa a la que se aplica el «no te quiero».

AC.- El problema aparece cuando una persona se encara con una situación nueva en la que encuentra una contradicción, un conflicto.

JPL.- Exactamente. De entrada la persona no sabe si eso es una contradicción lógica y por lo tanto irresoluble, o una contradicción dialéctica y por lo tanto resoluble. En el segundo caso pudiera ser resuelta por una síntesis dinámica, si la persona se aplica a estudiar la situación. La lógica del lógico es una perspectiva particularísima que tiene que ver en un nivel muy abstracto con relaciones u objetos que se pueden describir independientemente del contenido. Pero en Psicología hemos de generalizar aceptando la posibilidad de que el sujeto pueda desarrollar principios estructurales necesarios, empíricamen-

te fundados; y entonces hay una lógica en ese que-hacer, en esos esquemas que el sujeto desarrolla, y en ese sentido estos esquemas, como los esquemas del procesador lógico, tienen que ser internamente consistentes, no pueden admitir una contradicción interna. Es por esto que algunos esquemas de la conducta y del pensamiento pueden llamarse, sin abuso del término, lógicos. Y entonces, a veces, el sujeto se encuentra con una anomalía ¿Por qué hay una anomalía?

AC.- Precisamente porque la experiencia viola la expectación de logicidad de los esquemas.

JPL.- Eso es lo que trato de explicar, precisamente. Hay una contradicción interna en el conjunto de esquemas que la situación activa, y la cuestión, desde el punto de vista de un constructivismo dialéctico, es si se trata de una contradicción lógica o dialéctica. Lo que el sujeto desea hacer es volver a mirar la situación antigua y la situación nueva y ver si hay algo diferente que permita relacionar el cambio en la situación con el cambio en el comportamiento de la persona. Ahora el sujeto busca una legalidad, una regularidad, que relacione un elemento situacional nuevo con el cambio del comportamiento: un cambio en la situación que pueda ser la explicación.

El caso es que cuando el sujeto diferencia un esquema en dos esquemas, lo que hace es incorporar en el índice desencadenante del esquema inicial una nueva condición no considerada previamente. ¿Qué es lo que ha ocurrido? Epistemológicamente, cuando estos esquemas se diferencian lo que ha ocurrido es que el sujeto, la persona, tácitamente ha descubierto que ese elemento que antes consideraba único, esa relación categórica, absoluta, hay que relativizarla, contextualizarla a una situación dada. En dos palabras, la relación que había inicialmente en el

esquema no es una relación lógica, es una relación dialéctica. La contradicción que se ha encontrado es una contradicción dialéctica porque se ha encontrado un elemento nuevo, una causa inicialmente oculta que de hecho restaura la normalidad: permite controlar, predecir lo que va a ocurrir. Al sujeto, claro, si quiere controlar su ambiente en el sentido skinneriano, no le queda mas remedio que obedecer a esos esquemas nuevos, que es lo que hace la sociedad con frecuencia. Lo que inicialmente parecía una contradicción lógica, y por lo tanto irresoluble, de hecho se prueba no serlo porque hay un elemento nuevo —o antes no visto— en la situación, que una vez descubierto permite legalizar de nuevo, hacer predecible, el funcionamiento sin contradicción. Antes la persona tenía un esquema, ahora tiene dos.

Sobre la computación como teoría del pensamiento humano

AC.- A muchos científicos les pasa, hoy día, algo parecido. Se están encontrando con contradicciones en su práctica científica desde el punto de vista epistemológico. *La nueva mente del emperador*, es un claro ejemplo de ello. Penrose, en su libro, explicita claramente contradicciones internas en el desarrollo de la física y de las matemáticas. La que se produce, por ejemplo, cuando los matemáticos tienen que reconocer que verdades matemáticas autoevidentes, sin embargo, no son demostrables en un número finitos de pasos, es una de las más notables. Que duda cabe que es una situación anómala con respecto a las expectativas que había en los años treinta en lo que se refiere a las matemáticas. Gente como Penrose y D. Bohm, están dándose cuenta de estas anomalías,

de estas contradicciones. Sin embargo, en el caso de Penrose, no opta por una salida dialéctica, de síntesis nueva, sino que ensaya una especie de vuelta a Platón, un neoplatonismo, en el que hay sitio, de nuevo, para la verdades matemáticas eternas. ¿Cómo enjuiciarías esta actitud? ¿Se debe a una resistencia cognitiva a aceptar, o a buscar, una síntesis nueva?

JPL.- Bueno, realmente es un pregunta muy complicada.

AC.- Porque claro, parece percibirse —y algunas veces lo hemos comentado—, que hay un cierto malestar epistemológico en el momento actual. Tu has tomado una determinación, sin embargo veo que esa vía es escasamente concurrida; ¿cómo podemos explicarnos esto? ¿ Se debe, acaso, a una resistencia, fruto de una situación engañosa, para hablar en tus propios términos?

JPL.- Prefiero no discutir de Penrose, aunque he leído su libro, dado el contexto físico-matemático que él usa. Quizá, sería mejor escoger ejemplos un poco más simples de comunicar.

AC.- El libro de Penrose a parte de ser muy vendido, ha dado lugar a una cantidad de artículos periodísticos impresionantes. Por eso lo he tomado como referencia. Pero, no es más que un ejemplo.

JPL.- Si, ha causado gran sensación y gran debate. Desde el punto de vista epistemológico hay dos aspectos: uno la problemática que Penrose analiza y otro la solución que propone. Me parece esencial examinar la problemática y luego transponerla a un plano más cerca de la psicología de la educación, puesto que es el ámbito que nos concierne. Penrose reacciona contra la postura dogmática de los científicos de la computación, que han estado diciendo barbaridades como la de que un programa no sólo

es capaz de resolver problemas, sino que también puede ser una teoría de la solución de problemas.

Una teoría supone una comprensión clara del porqué y el cómo de lo que ocurre, y en un programa la comprensión del porqué y el cómo no existe. De modo que uno podría rebatir que un programa sea una teoría. Pero, además, han dicho que un programa es una teoría del procesamiento humano, lo que es una segunda barbaridad, aún más grande. Esto supone desconocer el hecho de que la arquitectura del ordenador es completamente diferente de la del hombre. El ordenador no tiene neurofisiología, tiene procesos estrictamente lógicos, mientras que nosotros tenemos neurofisiología y procesos que van mucho más allá de lo lógico. Es notorio que el hombre, aunque en parte es lógico, también es probabilístico, heurístico, dinámico. Hay resoluciones propiamente humanas que se dan a fuerza de grupos de presión, de circuitos neuronales que están empujando, y, entonces, algo resulta. Eso lo sabía Sherrington cuando hablaba de un *sendero común único* por el que las actividades neuronales abocan a un comportamiento. También hablaba Sherrington del *principio de sumación*, según el cual unas neuronas o unos circuitos neuronales se van a activar sumando el peso de activación, con independencia de cual sea la naturaleza de las neuronas o de las fuentes de activación que les llegan. Hay, pues, procesos probabilísticos, que van más allá de los meros procesos lógicos. No digo que no sean en cierto modo computables, pero no de un modo algorítmico como ahora se está haciendo en la computación proposicional. Por tanto, la primera barbaridad es decir que un programa es una teoría; la segunda, que un programa es una teoría del hombre, y, la tercera, que ese programa es suficiente para explicar todo el comportamiento humano. La teoría, —esto es, el cómo

y el porqué de las consecuencias de esa computación— tampoco está clara en el conexionismo. No podemos decir que eso es una teoría. Todo lo más podemos decir que es un invento, como lo es el telégrafo, pero no por eso vamos a decir que el telégrafo es una teoría de la telegrafía.

Quiero señalar, ahora, otro punto. El hombre es capaz de escribir programas, de construir sistemas conexionistas que simulan esto y aquello, sistemas, por lo demás, auténticamente nuevos, que no existían antes, pero esos sistemas no son capaces de hacer lo mismo.

En una ocasión propuse en una conferencia el test de «Touring». Según el llamado *test de Turing*, si haces explicitar a unos sujetos humanos los pasos que siguen al resolver un problema, y escribes un protocolo de esa descripción subjetiva, después haces que un programa de ordenador resuelva y describa el mismo problema y, por último, presentas a jueces ambos protocolos, el del sujeto humano y el del ordenador, si los jueces no pueden distinguir los protocolos humanos de los del ordenador, habremos logrado crear inteligencia artificial. Esta definición de inteligencia, basada en criterios empíricos del comportamiento, es la que han seguido la gente de la computación. Evidentemente tiene sus limitaciones, como Searle, con su famoso argumento del lenguaje chino, ha puesto de manifiesto. Pero mi paradoja de Turing, se escribe «test de T O U R I N G», escrito así para indicar que se trata de hacer un tour, de darse una vuelta y explorarlo todo. Se trata de lo siguiente: pregúntate si el programa que has escrito, y que podría haber superado el test de Turing, *sería capaz de explicar los procesos mentales del programador que escribió ese programa*. Si es capaz de explicarlos, es una teoría de la inteligencia humana, pero si no es capaz, y evidentemente no lo es, no

es una teoría del ser humano. Formulado así, en la idea de que un computador pase mi «test de Turing», hay contradicciones lógicas insalvables, porque se violan los teoremas de Gödel. Esto sugiere que no es posible que un programa explique el procesamiento del programador que construye el programa. Pero, claro, el programador es un sujeto humano, y eso indica que el hombre tiene un nivel de complejidad cognitiva, en sentido jerárquico, por encima o superior al programa. Aquí topamos con algo más que una paradoja: la pretensión de que un programa de ordenador sea una teoría del pensamiento humano es una contradicción epistemológica irresoluble.

Estos tres puntos son muy fuertes. Recapitulo: (1) ni el programa es verdaderamente una teoría, pues tan solo es un procedimiento de resolución de problemas; (2) ni es una teoría del hombre pues no incorpora los aspectos dinámico-dialécticos; (3) ni es suficiente para explicar los mecanismos de la producción de los comportamientos auténticamente nuevos, que con el conexionismo, con todo el avance que supone, tampoco se pueden explicar.

Penrose tiene la experiencia de la creación, y sabe que los procesos creativos no son computables, pues no se derivan de procesos abajo-arriba. Por eso Platón hablaba del mundo de las ideas: el hombre introduce calidad en el mundo porque clasifica, ordena, regula el mundo con las ideas a las que tiene acceso. Para comprender que las ideas creativas, las ideas auténticamente nuevas, no simplemente se abstraen de abajo-arriba, basta con tener experiencia en el mundo de la creación y practicar la introspección psicológica. Eso lo ha hecho Penrose. Pero él no es capaz de explicar de donde proceden las ideas auténticamente nuevas. Por eso recurre a Platón. El

problema es esencial, muy cierto y real. La solución de Penrose es poco parsimoniosa. Existe la creación pura, la creación que sólo parcialmente está informada de experiencia, pero que da forma a la experiencia. Si no viene de lo vivido, sólo hay dos opciones: innatismo o interacciones dinámicas del organismo que generan lo verdaderamente nuevo. Pero cuando uno no tiene bastante conocimiento biológico y psicológico, y, además, se mueve en tradiciones filosóficas que no comprenden bien el cambio y los procesos dialécticos, pues no es de extrañar que vuelva sus ojos a Platón, que al fin y al cabo era un genio.

Sobre la utilidad de la Filosofía en Psicología

A.C.- ¿Estarías de acuerdo, entonces, con que los científicos que desprecian la filosofía están condenados a utilizar una filosofía simple e ingenua, con lo cual es preferible formarse filosóficamente y tener un fundamento filosófico adecuado, porque de los presupuestos filosóficos no se puede escapar?

JPL.- Estoy de acuerdo con eso completamente.

Cuando no estás bien formado en filosofía intentarás soluciones filosóficas que, probablemente, ya existen, y, que, además, son más pobres de lo que podrías lograr. Actualmente, con el avance de la ciencia cognitiva, muchos científicos comprenden que la filosofía tiene mucho que decir, y se dedican a leer filosofía. La filosofía puede enriquecer y aportar rigor y claridad a tu pensamiento; aunque no de soluciones, sí puede ayudarte a plantearte las preguntas adecuadas.

Sobre la creatividad

Charo del Valle.- En el curso de doctorado que has impartido hemos comentado cosas relacionadas con la creatividad, ¿te consideras a ti mismo una persona creativa?

JPL.- Creo que sí. Desde luego aprendí, nací para poeta y, de hecho, escribí poemas en castellano. Leyendo y escribiendo poesía aprendí cosas a mi juicio esenciales para la ciencia. La creación científica, en cuanto creación, se parece a la creación artística, aunque quizás, con más restricciones impuestas por lo Real. Las restricciones potencian tu imaginación por razones psicológicamente profundas que no explicaré pero que podría explicar. Hay en la ciencia restricciones de otra naturaleza, que imponen que la ciencia como modelo de lo Real sea transmisible y práctica. La ciencia empieza y termina en la práctica. Por ejemplo, imagina un matemático que elabora una estructura, en principio sin ningún interés práctico. A la vuelta de unos años quizá esta estructura tiene una aplicación en el mundo real, y eso, me parece a mí, es menos sorprendente de lo que algunos piensan. El quehacer científico siempre se dirige a la clarificación de lo que los economistas llaman infraestructura de un proceso complejo o sistema concreto real o imaginario. Infraestructura es el conjunto de características necesarias y suficientes para que una cierta consecuencia se siga de ciertas situaciones iniciales. Puesto que la ciencia analiza o inventa infraestructuras, si alguna vez ocurre que una infraestructura de la ciencia es necesaria para lo real, la ciencia se aplicará a lo real.

El acto de creación imaginativa en ciencia es muy próximo al acto de imaginación creativa de un poema o de una sinfonía o de una pintura, que no sea pura descripción. Yo no puedo discutir si una

pintura descriptiva es pura descripción, claramente no lo es, pero como también pasa en la ciencia hay una tradición que ha resuelto problemas y eso se transmite. Una persona que recoge esos problemas y luego los aplica en su conjunto, puede ser un gran pintor y puede ser un gran científico, pero en tanto que pintor, si hace sólo eso, no enriquece la pintura, no hace la gran creación, no es el gran creador. En la ciencia lo mismo. Hay cantidad de ciencia que es esencial y que requiere talento pero no gran talento y no digamos genio. Hay problemas que requieren gran talento y el gran talento viene precisamente porque requiere una intención verdaderamente nueva que se sale de la tradición, no porque quiera salirse, sino porque la tradición no ofrece soluciones; entonces, de pronto, el pensamiento creador se pone a reflejar la infraestructura del problema y puede sintetizar soluciones verdaderamente nuevas. Eso es lo que pasa en la poesía igualmente que en la ciencia, la ciencia más alta. Aprendí a ser creativo de la poesía. En la psicología hay algunas cosas que inventé. Luego después de mí, desde el punto de vista de mi propia experiencia vivida, después de que hubiera entendido estas ideas o alcanzado estos constructos, la psicología ha descubierto estos constructos. Cuando yo inventé esta capacidad mental de que hablo, por ejemplo, en el año 63, la gente no hablaba de memoria de trabajo, hablaba de memoria a corto plazo y pretendía que la memoria a corto plazo es necesariamente verbal. Ese concepto era imposible. Hablaban también, por otra parte, del canal de procesamiento, pero esos canales de procesamiento no tenían límite y de hecho correspondían a categorías cualitativas de la experiencia. Eso es real, pero eso no es la capacidad mental y no es lo que hoy día se llama la memoria de trabajo. La noción moderna de memoria de trabajo se parece cada

vez más a mi concepto de capacidad mental, pero la memoria de trabajo apareció después de que yo introdujera mi noción. Cuando eso ocurre uno se ve confirmado. Por ejemplo, en otra ocasión, inventé un modelo matemático para explicar el procesamiento cognitivo de información visual en estímulos compuestos. Luego hice experimentos para poner a prueba el modo cuantitativo de esas previsiones —previsiones en el campo del desarrollo de la percepción que todavía no se admiten—. Cuando vi que esas previsiones salían una y otra vez, y con ellas podía predecir estadios del desarrollo cuantitativos; y vi que de hecho se puede mostrar un crecimiento cognitivo en escalera en función de la edad a través de esas y otras situaciones verdaderamente diferentes, me di cuenta de que estoy aprehendiendo la realidad, y la realidad me dice que mi imaginación es creadora.

Ch.V.- ¿Quieres decir que puedes predecir procesos de comportamientos verdaderamente nuevos?.

JPL.- Exactamente, tu predices, tu inventas algo, que puede o no puede ser verdadero. Si es verdadero sabes que has hecho una síntesis que es verdaderamente nueva y que sin embargo refleja la infraestructura de los procesos de la realidad. La naturaleza, sea mi cerebro o sea la sociedad, actúa por sí misma, independientemente de mi pensamiento, de modo que si mi pensamiento anticipa algo que va a ocurrir, es porque en mi pensamiento, en cierto modo, ha estado presente algún aspecto esencial de los procesos, lo esencial de esos procesos ocultos. Cuando yo encuentro que soy una persona creativa, en el sentido en que la gente habla de creatividad, que no es sencillamente tener imaginación, sino tener imaginación nueva y ajustada a las restricciones que uno se da o encuentra, mi observación es la

siguiente: en toda obra creadora hay restricciones que uno acepta de entrada, o de salida; si no hay restricciones no hay creación. De hecho uno podría argüir, como Antonio Machado arguye, que si no hay restricciones tampoco hay el salto de la imaginación. Se que hay gente joven en arte y en ciencias que tienen dificultad en ser creadores y, dejando aparte la razón psicológica por la que eso pueda ser, que no viene al caso, quizá, uno de sus problemas es no hacerse cargo de que las restricciones ayudan a pensar y que no impiden el pensar. Esta gente joven, de hecho, lo que hace es eliminar tantas restricciones como es posible, porque piensan que será más fácil. Pues no es más fácil, es más difícil.

Ch.V.- Parece que dices que para ser creador hay que aceptar determinadas restricciones.

JPL.- Y también perseguir metas que van más allá. Y es en este caso en el que el razonamiento dialéctico, explícito o implícito, aparece; aunque tu como creador, quizás, no usarás esos términos. Incluso Popper, lo quiera o no, emplea formas dialécticas de razonamiento.

Sobre la inteligencia

Ch. V.- Para darse cuenta de todo esto de lo que estás hablando es necesario ser inteligente, porque si no, no puedes entender todas las cosas que implica ser creativo. ¿Cómo definirías tu la inteligencia?

JPL.- Hay muchas definiciones de inteligencia y en cierto modo todas son verdaderas, depende del aspecto que tu formules. Permite que te haga un comentario: con la inteligencia pasa lo que pasa con el aprendizaje, o con la memoria, con estas macrocategorías psicológicas, de procesos psicológicos.

Cuando examinas los procesos que las producen, en la medida en que tengas éxito, la categoría en cuestión se te hace innecesaria: una teoría de la inteligencia no necesita la inteligencia como una realidad. Eso hace difícil dar una definición, porque depende del aspecto en el que tu pongas énfasis. Pero acepto la definición que es común en psicología, que esencialmente inventó W. Stern: *inteligencia es la habilidad de encararse con situaciones nuevas*. El no dijo si eran nuevas o verdaderamente nuevas, pero las dos están incluidas y solamente si puedes resolver las dos tendrás una inteligencia creadora. De modo que W. Stern dice que la inteligencia es la habilidad de encararse con situaciones nuevas o verdaderamente nuevas y resolverlas exitosamente. Y él hace hincapié en el hecho de que son nuevas. De modo que los clásicos veían con más claridad que los modernos que la inteligencia es la habilidad de resolver exitosamente situaciones que son nuevas o verdaderamente nuevas. Son nuevas precisamente porque —y esto ellos lo hacían explícito— la transferencia de algo aprendido no basta, eso es necesario pero nunca es suficiente. Transferencia de modos de hacer que generan soluciones nuevas pero con una fórmula que ya tenías. Variaciones sobre un mismo tema tampoco son bastantes. Si tu defines la inteligencia así, ¿qué es la inteligencia?, ¿qué son los procesos de la inteligencia? Los procesos de la inteligencia son aquellos aspectos del organismo esenciales para esa actitud de resolver exitosamente situaciones verdaderamente nuevas o situaciones nuevas. En eso tienes, en mi opinión, el repertorio de ejecutivos o pautas de planeo que anticipan posibilidades y examinan mentalmente consecuencias posibles y caminos para hacer esto y aquello. Tu repertorio de ejecutivos por una parte; por otra tu capacidad mental, el número de aspectos que tu vas a poder activar

internamente, que no están realmente facilitados por la situación y que mantienes vivos en tu imaginación porque internamente los activas. Habrá gente que incluya otros aspectos, pero en fin, llamémoslo capacidad mental. Si tu llamas a esos aspectos capacidad mental, entonces la inteligencia es función de tu repertorio ejecutivo y de tu capacidad mental, pero también de otros factores o productos en tu organismo que van a permitir la *síntesis dinámica* de estos elementos que tu mantienes altamente activados en tu mente, que son relevantes para la situación a resolver.

Sobre la voluntad

Ch.V.- ¿Dentro de tu teoría encuentras una unión, una relación dialéctica, entre las funciones más clásicas y la voluntad?

JPL.- Pues sí, la encuentro. Yo diría que la voluntad son esos procesos ejecutivos de que hablaba, pero en el plano consciente eso es lo que en psicología se llama procesos «yoicos», del yo, y procesos de ese tipo que se refieren a lo que Ortega y Gasset llamaba la razón vital, a saber, el uso de la inteligencia y del análisis racional en el quehacer de mi propia vida. Entonces ¿en qué consiste tener voluntad? Tenemos que distinguir entre voluntad alta y voluntad baja. Tácitamente, no explícitamente, W. James ya hace la distinción. La voluntad baja, que todo psiquiatra conoce, con frecuencia son determinantes instintuales de carácter procesual más bajo, que están más solicitados, más cerca de sollicitación inmediata instintual y/o perceptiva. Estos factores son los que crean el problema de la voluntad. Si eso no existiera la voluntad no existiría, tampoco la inteligencia, por cierto, porque la inteligencia en lo cog-

nitivo es la habilidad de sobreponerse a esos factores. En lo vital, la habilidad en el plano de la razón vital, la aptitud de sobreponerse a esos factores es la voluntad. Cuando esos factores van en la dirección que yo quiero, tengo voluntad, pero tengo voluntad baja, voluntad que mis padres me transmitieron con su educación, que me va a servir de mucho hasta que encuentre una situación en que esos automatismos ya no son pertinentes, y se convierten en irrelevantes. Entonces me da miedo hacer lo que realmente debiera hacer y quiero hacer. Esa voluntad baja que trabajaba en situaciones habituales no basta para el hombre o mujer adulto, autónomo, que se autodetermina, por ejemplo, para un ejecutivo. Yo voy a fracasar como ejecutivo a menos que pueda sobreponerme a esa voluntad baja, y ¿cómo lo voy a hacer? Con una voluntad alta. La voluntad alta usa los mecanismos que señalé antes para la inteligencia alta y verdadera pero ahora se aplican a la razón vital de Ortega.

Sobre aprendizaje, desarrollo y ciencia

Ch. V.- Aunque el aprendizaje es otra macro-categoría psicológica ¿podrías definir que entiendes por aprendizaje?

JPL.- Aprendizaje es un concepto que tiene el mismo problema que el de inteligencia. En su definición va a influir la perspectiva que adoptes. Si tomamos el aprendizaje en el sentido del educador, aprender es el conjunto de procesos que le llevan a un individuo a mejorar su comportamiento con respecto a ciertas pautas de comportamiento óptimas, relativas a las metas que persiguen en función de la experiencia. Si el aprendizaje es eso, el aprendizaje

desde luego existe y, como Tolman, el gran psicólogo del aprendizaje conductista, señaló, hay una lista muy variada de medios de aprendizaje. Esa lista tan variada la voy a dividir en una dicotomía: aprendizaje bajo y aprendizaje alto. Solomon, que es un psicólogo-educador americano de origen israelita, ha hecho una descripción que se aviene con mis teorías. Se encaró con el fenómeno más central del aprendizaje; el hecho de que la experiencia vivida en cierto modo se escribe en el repertorio del sujeto y luego eso que se ha aprendido en una situación dada, se transfiere a otras situaciones diferentes. Este es el gran problema del aprendizaje desde el punto de vista conductista.

Solomon se encara con el problema de la transferencia de aprendizaje y en ese contexto hay dos vías, dos modos de aprender: la vía baja y la vía alta. Y usa la analogía del inglés entre *low road* y *high road*. El *low road* es el camino, la carretera, y el *high road* es la autopista y también es la autovía. En el camino alto vas muy deprisa, aprendes muy deprisa, y pierdes detalles de lo local para retener la visión de conjunto. Aprendes de modo más genérico, más abstracto. En el camino bajo vas muy despacio, más despacio, tardas más en llegar, pero tienes todo lo que has encontrado. Si es necesario, el camino alto es el camino óptimo, pero si no es esencial te va a impedir ver la vida. El aprendizaje alto es un aprendizaje al que yo llamo aprendizaje LM, es la consecuencia de operaciones *M* —es decir, operaciones mentales que usan atención mental—. Pero claro, si hay dos modos de transferir es porque hay dos modos de aprender. El aprendizaje alto es aprendizaje consciente que usa la voluntad y la atención mental; el aprendizaje bajo, que es más aprendizaje de contenido, es aprendizaje *C* —de puros contenidos concretos y habituales, es automatización debida al há-

bito: condicionamiento—. El aprendizaje es adaptación psicológica por vía alta o baja. Hay muchísimos tipos de aprendizaje, porque hay muchísimos procesos que intervienen; pero si quieres simplificar, hagamos una dicotomía en una primera aproximación: hay, según Solomon, un aprendizaje alto y un aprendizaje bajo.

Ch.V.- ¿Todo el conocimiento es aprendizaje?

JPL.- No, no todo. Si aceptas la idea del hombre como ser creador, no todo comportamiento es aprendizaje porque hay comportamiento que no ha sido previamente aprendido. En el hombre hay, de hecho, mecanismos de creación que son tan poderosos que son capaces de producir comportamientos que no son ni aprendidos ni innatos. Y eso es precisamente lo que en mi concepción se explica por la capacidad mental, la síntesis dinámica. Esas operaciones *M*, de atención mental, dan ocasión para un nuevo aprender; un aprender rápido que cuando está consolidado, pero no automatizado, constituyen estructuras *LM*. Estas estructuras *LM* están consolidadas pero aún necesitan energía de atención mental para producir el comportamiento. Finalmente, cuando estas estructuras *LM* se automatizan, la energía mental ya no es necesaria y es en este momento en el que podrías hablar de una síntesis dinámica de los dos pares dialécticos: el aprendizaje alto y/o la inteligencia —estos términos son dos modos distintos de hablar de una misma cosa—, y el aprendizaje bajo y/o automatismo del instinto.

Estos dos pares dialécticos, el procesamiento alto y el bajo, en su interacción dinámica producen una forma nueva, que en cierto modo, participa de los dos. Estas son las estructuras de la inteligencia *cristalizada* que, a veces, llamo estructuras *LCLM*.

Ch.V.- Y por último, ¿cómo conjugas el desarrollo, con todo esto?

JPL.- El desarrollo es el producto del procesamiento mental alto y bajo. Hay diferencias cualitativas en la gente, en el modo en que se aprende, en los cursos de aprender que se siguen y en los resultados finales.

Ch.V.- O sea, ¿el aprendizaje y el desarrollo mantienen una relación dialéctica o es el mismo proceso que tiene dos caras?

JPL.- No, no, en el sentido de la Educación son exactamente la misma cosa. Desde la definición de aprendizaje que postulo, aprendizaje y desarrollo son lo mismo. Si vas a darle un sentido más restringido al aprendizaje, como los teóricos del aprendizaje conductista le han dado, entonces habrás de decir que el aprendizaje es la aptitud del organismo de retener información vivida, internalizar la información vivida. Si defines el aprendizaje así, no lo estás definiendo en términos de comportamiento, sino en términos de procesos. Me explico. Si uno lo define así, el desarrollo es más que el aprendizaje. Porque con esta definición restringida, has excluido esos procesos dinámicos y esos procesos creadores, que de hecho permiten un aprendizaje más alto. Si haces eso, si defines el aprendizaje así, entonces el desarrollo tendrá que ser aquello que no es aprendizaje. ¿Qué es aquello? Es la síntesis dinámica, la capacidad mental, la inteligencia pura, en el sentido de W. Stern, etc. Esos procesos que permiten el aprendizaje alto, que son la causa eficiente de la función de internalización que hoy en día se llama la función de memoria y antes se llamaba aprendizaje. Pero claro, tú no puedes aprender a menos que hayas vivido; y no puedes vivir, a menos que produzcas un comportamiento. Y el producir un comportamiento nuevo, verdaderamente nuevo, no se ex-

plica con el aprendizaje en el sentido estricto. Si defines así, el aprendizaje se explica con los procesos de desarrollo.

A.C.- Hemos querido pulsar con esta charla la evolución, el momento de tu propio trabajo teórico. Y esperemos poder transmitirlo a los lectores. De todas maneras, para terminar, una cosa menos compleja. Tú que eres un punto de referencia en la psicología del desarrollo actual, ¿cómo afrontas las críticas recibidas, tanto las que te comprenden bien, como las que algunas veces trivializan algunas de tus posiciones? ¿Qué papel le otorgas a la crítica en el trabajo teórico de un creador?

JPL.- Esa es la dialéctica de la ciencia, la ciencia tiene que ser compartida. Si no es compartida no es ciencia. Y entonces, quieras o no quieras, si tu dices algo y nadie te sigue, puede ser ciencia en un sentido estrictamente racional, pero en un sentido histórico no lo es. Luego, a la vuelta de unos años, quizá la gente interprete los hechos como tu lo hacías; aunque no sepan que tú lo dijiste antes, en ese momento la ciencia histórica se reunirá contigo. La ciencia es un saber consensualmente validado; pero los medios de hacer ciencia, los medios de producción y los

medios de propagación de la ciencia, están controlados por el establecimiento científico, que no está siempre constituido por los grandes innovadores, sino por gente más bien tradicional. Pero los tradicionalistas, que hacen ciencia normal en el sentido de Kuhn, no están acostumbrados a grandes innovaciones y las toman con recelo y poca simpatía. Cuando he encontrado gente así, sin duda alguna, no me ha hecho gracia. A nadie le gusta encontrar este tipo de resistencia emocional y hostil entre la gente de su profesión. Pero hay tres alternativas: o aprendes a vivir con ello, o cambias de profesión, o cambias de ciencia. Si quieres perseguir esa ciencia innovadora, el camino alto del aprender, entonces has de aceptar las dificultades. Si no quieres generar dificultades, has de adoptar más bien el camino bajo. El camino bajo se encuentra en la tradición: leer, releer mucho, escuchar, consultar las fuentes y has de utilizar lo que las fuentes dicen. Entonces, resolverás problemas, pero resolverás problemas normales. Problemas que no se pueden resolver o no se pueden formular dentro de la ciencia establecida que recibes, no los verás, y si los ves, no los podrás resolver. Esos dos modos son dos destinos.

artículos

Afirmaciones y negaciones, perturbaciones y contradicciones, en Piaget: ¿Es causal su última teoría?¹

ACTUALMENTE, a menudo, se interpreta a Piaget como si hubiera sostenido una teoría de «procesador central» —e.g., Laboratorio de cognición humana comparada—. De acuerdo con este punto de vista la actuación inteligente está pre-planificada, mediante la manipulación simbólica, en el espacio mental del sujeto. Por ejemplo, Mandler (1983, p. 423) adjudica a la teoría de Piaget lo siguiente: «Para pensar, desde su punto de vista, uno debe ser capaz de convocar un símbolo en la memoria activa o de trabajo de tal modo que pueda ser puesto en relación con otro símbolo u otra cosa manipulada con el propósito de recordar, resolver un problema, efectuar una inferencia, y cosas por el estilo». Independientemente de los méritos de este enfoque del procesamiento de la información, su atribución a Piaget es una pobre malinterpretación. Piaget no fue un teórico del procesamiento de la información, sino un teórico del aprendizaje-cognitivo de un tipo especial: un estructuralista funcional convertido en constructivista evolutivo convertido, otra vez, en constructivista dialéctico (P-L, 1980; 1987).

Al venir de la tradición científico-epistemológica francesa, Piaget fue un «racionalista empírico». Creía que el niño desarrolla una mente racional al

Juan Pascual-Leone

internalizar invariantes a partir de dos tipos de experiencias: *experiencias empíricas*-experiencias

de los objetos reales como tales (la clase de experiencias que los empiristas describen habitualmente) y *experiencias lógico-matemáticas*-experiencias de las actividades del cuerpo y/o cerebro que se refieren a la exploración que hace el sujeto del mundo. Las experiencias empíricas son las más importantes en los procesos sensoriales y perceptivos; las experiencias lógico-matemáticas son cada vez más importantes en la percepción inteligente (procesos preoperatorios), en los procesos intelectivos (operaciones concretas), y en los procesos intelectuales (operaciones formales), aunque en cada caso ambos tipos de experiencia están interconectados. La experiencia lógico-matemática conduce a la «abstracción reflexiva», un proceso constructivo que genera nuevos niveles ónticos de experiencia —i.e., reales, enraizados en el cerebro—, nuevos estadios de conocimiento que reflejan dentro del sujeto, a través de los modelos mentales internalizados, invariantes de experiencia

1 Este artículo es una reunión de dos breves, pero enjundiosos, comentarios de Pascual-Leone publicados previamente en inglés. El primero en *Contemporary psychology*, 1988, vol. 33, nº 5, y, el segundo en *Human Development*, 1989, 32, 375-378. Creemos que son un adecuado complemento a los contenidos expresados en la entrevista previa.

que son progresivamente más complejos y generales sobre diferentes momentos y situaciones espacio-temporales.

En *La equilibración de las estructuras cognitivas*, Piaget intenta mostrar este proceso de desarrollo evolutivo. Asume, de un modo tácito, una organización psicológica sin el procesador central que está dirigida en su desarrollo empírico y lógico-matemático por fuertes determinaciones psicológicas innatas —que Piaget llama *regulaciones*— vestigios de las asumidas por la moderna etología (cf. Piaget, 1971). Con el fin de proporcionar a los lectores no piagetianos algún conocimiento previo del núcleo teórico del libro —para no iniciados es demasiado abstracto y no siempre con la traducción [inglesa] se gana en claridad—, resumiré en ocho puntos lo que considero las más importantes asunciones *tácitas* teóricas de este ensayo:

- El organismo se desarrolla siguiendo un principio de diferenciación/integración.

- Los componentes de la adaptación (acomodación y asimilación) operan en los contextos de procesamiento de información y de acción motivada (necesidad).

- El motivo principal de adquisición de información (aprendizaje cognitivo) es un innato aborrecimiento orgánico de las contradicciones junto con la interpretación inferencial de la experiencia con respecto a la acción motivada.

- El organismo busca activamente experiencias (recoge información) para corregir las contradicciones. El organismo intenta descubrir por qué las anomalías encontradas han ocurrido y diferencia sus esquemas de conocimiento con vistas a eliminar las contradicciones.

- Los procesos elaborados de conocimiento, capaces de corregir los frecuentes errores de las per-

cepciones tempranas, surgen de las acciones, acciones internalizadas mediante representaciones simbólicas que aportan a la mente las posibilidades de acción y sus consecuencias.

- Las coordinaciones mentales de acciones internalizadas comparten los mismos campos de experiencia convirtiéndose en operaciones mentales reversibles a medida que son automatizadas.

- A la vez que emergen las operaciones mentales, y por las mismas razones —la automatización de estructuras abstraídas reflexivamente— la representación imaginativo/mental de los objetos distales resulta posible.

- El número de objetos imaginativo/mentales que el sujeto puede actualizar simultáneamente —i.e., con atención mental— se incrementa con el desarrollo. Piaget llama «campo de centración» al conjunto de objetos y/o estructuras mentales de algún tipo que el sujeto puede evocar simultáneamente en su mente. El tamaño de la «centración» —hoy diríamos «memoria de trabajo» o «esfuerzo mental» o «capacidad mental»—, piensa él, es el resultado de un sobreaprendizaje de la coordinación de estructuras, esto es, una automatización. Este sobreaprendizaje emerge simultáneamente con el desarrollo de las operaciones y en virtud de los mismos mecanismos.

Este libro es el último intento de Piaget de analizar desde su perspectiva de aprendizaje cognitivo, cómo estos mecanismos, las «regulaciones», trabajan. El libro insiste en que el más importante, aunque no el único, lanzador de las regulaciones son las *contradicciones* —los estados de «desequilibrio» creados por las *perturbaciones*—, esto es, fallos en la asimilación de la realidad con respecto a las expectativas creadas por una u otra estructura adquirida en el pasado y activada por la situación. Una nueva

idea importante en este libro es la pretensión, ilustrada con los análisis de las tareas piagetianas, de que el proceso de adaptación a una incoherencia auténticamente nueva sigue el camino de tres estrategias sucesivas que Piaget llama, por no buenas razones, alfa, beta y gamma.

En la estrategia alfa el sujeto simplemente ignora lo perturbador y actúa como si no existiera. En la estrategia beta los desajustes comienzan a influir en la actuación del sujeto a través de la acomodación: se modifican las estructuras para registrar el hecho del desajuste en términos de negaciones-esquemas o estructuras que anticipan el fallo de las expectativas previas bajo ciertas condiciones estipuladas. Una vez que estas negaciones han sido registradas por el sistema psicológico, se convierten en agentes motivacionales intrínsecos (contradicciones) que inducen la búsqueda de medios de compensación a través de afirmaciones-esquemas o estructuras que —en virtud de su asimilación de las negaciones— pueden aportar a la situación nuevas formas de lograr el propósito que las expectativas estaban persiguiendo. Este progresivo acoplamiento de las negaciones con las afirmaciones, que las compensan, al corregir sus efectos predichos, es el proceso de acumulación que lleva a la estrategia gamma. En gamma todos los posibles desajustes están representados en el sistema psicológico mediante las negaciones, y todas las negaciones son potencialmente compensadas por las correspondientes afirmaciones. De esta forma el organismo puede enfrentarse a desajustes de cualquier tipo sin tener ya que enfrascarse en acomodaciones y aprendizaje cognitivo: posee ya los medios estructurales para adaptarse con éxito a las circunstancias sin tener que cambiar sus objetivos —i.e., dirección del equilibrio—. En esta nueva formulación, las estructuras operacionales de Piaget aparecen a la vez

como las herramientas y como las consecuencias de las estrategias gamma, que a su vez son las regulaciones que resultan de las estrategias beta, que por su parte son el resultado de las estrategias alfa por medio de la acomodación perceptual y/o figurativa.

Esta teoría dialéctico-constructivista del desarrollo cognitivo está en sustancia más que cerca de la de Vygotsky, pero pone énfasis en las constricciones evolutivas del organismo. Piaget insiste en que es una teoría causal del desarrollo, pero los lectores pueden poner en duda esta pretensión. Como los críticos a los que Piaget replica sin éxito en el apéndice del libro, ellos pueden ver este último esfuerzo de Piaget como un añadido más refinado de la teoría descriptiva, que deja todavía en la sombra los mecanismos causales de las misteriosas regulaciones de Piaget. En otro lugar he comentado este punto en detalle y no lo repetiré aquí. (P-L, 1976, 1980, 1984, 1987).

Comentarios

A mi modo de ver, ha habido cuatro diferentes, si bien relacionadas, teorías piagetianas, sucediéndose unas a otras a través del tiempo, y, patrocinadas por Piaget sin anuncio oficial, pues él no estaba inclinado a hacer públicos sus cambios de parecer en asuntos teóricos. La tercera teoría floreció al final de los años cincuenta y en los sesenta, y ha asumido el estatus de su teoría clásica o canónica. Esta le muestra como un constructivista evolutivo *categorico* —un constructivista evolutivo que creía no sólo en la naturaleza *psico-lógica* del organismo humano (Pascual-Leone, 1969, 1976a, b, d, 1980, 1987), sino también que el organismo psicológico puede ser descompuesto de un modo ex-

haustivo en esquemas y estructuras— las estructuras reflejan leyes de organización locales o generales. Para este Piaget clásico, como para muchos investigadores de la ciencia cognitiva de hoy en día, la naturaleza discreta y categórica/cualitativa de los esquemas y estructuras es el aspecto más saliente y también el más importante, irreductible del organismo psicológico. Pionero de la actual epistemología de los modelos simbólico/lógicos, Piaget consideró los aspectos cuantitativos y dinámicos de los procesos psicológicos como secundarios con respecto a los lógicos y categoriales.

La excelente revisión de Halford (*Human Development*, 1989; 32) y la exposición del «estado de la nación» de la teoría piagetiana clásica (la tercera) contiene análisis muy clarividentes de las pruebas empíricas de esta teoría, y algo importante, conclusiones muy necesarias que restablecen la credibilidad de la teoría de Piaget como una teoría constructivista-evolutiva *descriptiva*. Este tema central del trabajo de Halford está muy logrado y sería superfluo volver a plantear puntos que él, tan bien, expone. Más provechoso será subrayar algunas limitaciones, epistemológicas y sustantivas, de su trabajo, y así poner en claro sus sesgos implícitos—tal y como los percibe un antiguo estudiante y colaborador de Piaget, un disidente que contribuyó a iniciar el movimiento neo-piagetiano con el que Halford está justamente identificado—.

La psicología neo-piagetiana de Halford está muy próxima al modelo clásico (tercero) de Piaget, aunque gracias a Dios libre de un excesivo apego a los modelos logísticos específicos; a este respecto él está de acuerdo con la mayoría de los neo-piagetianos, piagetianos e, incluso, anti-piagetianos. Halford también considera categóricamente a los esquemas y estructuras, como reales

en sí mismos —i.e., ontológicamente dados— y como constituyentes irreductibles del organismo. Desde esta perspectiva, la memoria de trabajo (atención mental) y otros factores puramente organísmicos ocupan un segundo lugar, como factores subyacentes que regulan el desarrollo a través de los estadios. Aunque él ha adoptado la noción (Pascual-Leone y Smith, 1969; Pascual-Leone, 1970) de un mecanismo de capacidad mental/memoria de trabajo que es condición necesaria pero no suficiente, para producir la transición entre estadios, permanece tácitamente fiel a la epistemología del Piaget-III. Esto se manifiesta en su casi exclusiva alusión a los aspectos cualitativos de las estructuras, mientras que trata otros factores organísmicos—como hizo Piaget-III con sus misteriosas *regulaciones*— como mecanismos mencionados a veces pero no explicados por la teoría.

Como Piaget-III, Halford pone demasiado énfasis sobre las diferencias entre los procesos perceptual versus inteligente-perceptual—preoperacional, relacional, etc.— versus intelectivo (operacional concreto, dimensional, sistema-nivel, etc.) versus intelectual—operacional formal, vectorial, sistemas múltiples, etc.—, como si las diferencias entre estos tipos fueran categóricas en un sentido absoluto, y sus mecanismos causales esencialmente diferentes. También como este Piaget, se centra sobre los tipos categóricos de actuaciones o dominios de contenido específico (habilidades cognitivas genéricas), tales como la permanencia del objeto, la conservación, y la inclusión de clases, intentando explicar los cambios evolutivos como causados primordialmente por lo que Piaget habría llamado abstracción reflexivo/constructiva, la recurrente y progresiva emergencia de cada vez más adecuadas estructuras representacionales—adecuadas en el conjunto de los detalles y

también en la aplicabilidad a través de las situaciones y del espacio y el tiempo—.

Por el contrario, el Piaget-IV dialéctico-constructivista admitió que este enfoque del proceso evolutivo olvida los mecanismos dinámico/dialécticos, la causa de los iniciales ‘desequilibrios’ que llevan a estructuras más adecuadas (Piaget,1974). Pero Halford, en la línea de otros distinguidos neo-piagetianos, ha descuidado esta última iluminación del viejo profesor (Pascual-Leone, 1987, 1988). En lugar de centrarse en la teorización de los mecanismos del cambio, Halford desatiende mis primeros trabajos (P-L, 1969,1970; P-L y Bovet, 1966; P-L y Smith, 1969) y los de Piaget-IV (Piaget, 1985; P-L, 1988), y centra su atención teórica sobre las estructuras de los distintos estadios evolutivos. Intenta perfeccionar el programa investigador del Piaget-III, sin cambiar su epistemología; toma los modelos piagetianos literalmente, los encuentra preparados y listos para reemplazarlos por esquemas y unidades neo-piagetianas afines. Pero interpretadas dialécticamente, como modelos descriptivos intuitivos, las estructuras centrales de Piaget no son incompatibles con los modernos esquemas u otras unidades cognitivas de procesamiento: representan, indirectamente, constricciones de complejidad evolutiva —la demanda mental/poder mental requerido, en mi terminología— que las teorías del esquema infravaloran al modelar los estadios evolutivos que tienen todavía en alguna forma que satisfacer —como hacen los propios modelos alternativos de Halford—. Los agrupamientos y los modelos INRC de Piaget son claramente inadecuados *cuando se toman literalmente*, pero eso le pasa a todo modelo de representación mental en el desarrollo cognitivo e incluso en la ciencia cognitiva. Deberían ser interpretados dialécticamente, como representaciones lógico/simbólicas

pero intuitivas de procesos exploratorios de atención mental que los sujetos de una cierta edad son capaces de generar (Para esta interpretación ver P-L, 1969, 1980, 1984, 1987; Shafir y P-L, 1989).

En mi opinión, Halford hace una propaganda excesiva de las ventajas de los modelos neo-piagetianos de las estructuras centrales sobre los piagetianos. Sin negar la importancia de los nuevos modelos —lo relacional, sistema de niveles o dimensional, sistemas múltiples o estructuras vectoriales—, no queda claro que ellos debieran reemplazar enteramente a los modelos de Piaget *interpretados dialécticamente*. Los modelos neo-piagetianos podrían ser más útiles en muchos contextos de análisis de tareas, pero no contradicen necesariamente a los modelos de Piaget.

En el estado presente de la teoría del desarrollo, la teorización estructural *descriptiva* de Piaget complementa, más que compite con el modelo *descriptivo* neo-piagetiano. Algún día, quizás, tendremos una forma de estructura central canónica que verdaderamente supere las ahora disponibles, como lo mejor para utilizar en el análisis de tareas. Pero tal forma de estructura canónica no puede ser desarrollada hasta que los mecanismos causales del cambio evolutivo sean modelados propiamente. Esto puede ser así porque las formas canónicas —por definición formas buenas y válidas— deberían diferir según los distintos modelos de los mecanismos de los procesos causales —que incluyen *hardware* y *firmware*—

Este importante punto puede ser clarificado por medio de una analogía. Consideremos un video-tape o algún otro medio de reproducir información almacenada. La forma canónica de almacenar información sobre la cinta —e.g. un trazo electromagnético—, y nuestra representación analítica de ello, puede variar con el tipo de hardware —el formato

de la máquina— con el que la cinta está siendo reproducida, y la cinta, de hecho, sólo se grabará y reproducirá en este tipo de máquina. Podemos ver la grabación de la información en la cinta como análoga a los esquemas, y el aparato de vídeo análogo a la teoría causal, i.e., el organismo psicológico del sujeto (P-L, 1976c, 1884, 1987; P-L y Goodman, 1979).

Un similar punto sobre la dependencia de la forma canónica de las estructuras sobre el *hardware* causal o arquitectura funcional del organismo ha sido hecho por los modeladores conexionistas/neurales en sus argumentos contra los modeladores simbólico/lógicos (Rumelhart et al., 1986; Smolensky, 1988). De hecho, existe una interesante analogía relativa a esta división entre modeladores simbólico/lógico versus conexionista/neural con la división entre neo-piagetianos: una división entre aquéllos que como Halford quieren usar exclusivamente modelos psico-lógicos, y, aquéllos, que como yo, también persiguen un estilo de modelar psico-dialéctico o dinámico. No es probablemente accidental que Halford en su revisión no mencione mi reciente trabajo y el de los investigadores que siguen mi línea neo-piagetiana, incluso aún cuando sería relevante desde una perspectiva piagetiana. La causa de esto habría que buscarla en que sus intuiciones epistemológicas están exclusivamente en el estilo de modelar simbólico/lógico.

Desafortunadamente, como ya he discutido en otro lugar (P-L, 1976d, 1980, 1984, 1987), hay muchas paradojas —e.g., una paradoja de aprendizaje— al asumir que las actuaciones características de los estadios sólo pueden encontrarse en sujetos que

ya tienen en su repertorio estructuras centrales lógico/simbólicas que reflejan la actuación en cuestión. Estas estructuras centrales en efecto existen, pero normalmente, *después* de que el sujeto ha efectuado las actuaciones iniciales por otros medios tal como síntesis dinámicas (P-L, 1969, 1976c, d, 1980, 1984, 1987). A este respecto es interesante observar que los mecanismos de síntesis dinámica postulados por los modeladores conexionistas/neurales, e.g., los algoritmos de *relajación* (Rumelhart et al., 1986; Smolensky, 1988), tienen una clara afinidad epistemológica con el mecanismo de *sobredeterminación esquemática de la actuación* que desde 1969 vengo postulando como fundamental en las síntesis dinámicas de los procesos evolutivos de transición entre estadios. Remarco este dato para traer a colación un punto que el excelente trabajo de Halford no consiguiera aclarar. Aunque la evidencia empírica ha confirmado los aspectos básicos de la teoría descriptiva estructural de Piaget (y es un mérito de la revisión de Halford haber establecido este hecho), permanece demasiado poco claro si el estilo de modelar simbólico/lógico, que Piaget-III y Halford patrocinan, puede explicar causalmente los procesos evolutivos centrales. Podría ocurrir que un estilo de procesamiento *estructurado* de un modo conexionista/neural —estructurado para permitir la emergencia evolutiva de los procesos lógico/simbólicos— fuera más productivo al modelar los procesos de transición entre estadios. En este caso, el enfoque del viejo profesor Piaget-IV, y mi propio modelo *dialéctico-constructivista* —afín a un esbozo epistemológico de un conexionismo estructurado o lógico—, debería examinarse más atentamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Laboratory of Comparative Human Cognition (1982): Culture and intelligence. In R. G. STERNBERG (Ed.): *Handbook of human intelligence*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- MANDLER, J. M. (1983): Representation. En P. MUSSEN (Ed.): *Handbook of child development: Cognitive development*. New York: Wiley.
- PASCUAL-LEONE, J. (1969): *Cognitive development and cognitive style: A general psychological integration*. Unpublished doctoral dissertation, university of Geneva.
- PASCUAL-LEONE, J. (1970): A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345.
- PASCUAL-LEONE, J. (1976a): On learning and development Piagetian style: I. A reply to Lefebvre-Pinard. *Canadian Psychological Review*, 17, 270-280.
- PASCUAL-LEONE, J. (1976b): On learning and development Piagetian style: I. A critical historical analysis of Geneva's research programme. *Canadian Psychological Review*, 17(4), 289-297.
- PASCUAL-LEONE, J. (1976c): Metasubjective problems of constructive cognition: Forms of knowing and their psychological mechanism. *Canadian Psychological Review*, 17, 110-125.
- PASCUAL-LEONE, J. (1976d): A view of cognition from a formalist's perspective. En K. F. RIEGEL y J. MEACHAM (Eds.): *The developing individual in changing world*. The Hague: Mouton.
- PASCUAL-LEONE, J. (1980): Constructive problems for constructive theories: The current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology. En R. KLUWE y H. SPADA (Eds.): *Developmental modes of thinking*. New York: Academic Press.
- PASCUAL-LEONE, J. (1984): Attention, dialectic, and mental effort: Towards an organismic theory of life stages. En M. COMMONS; F. RICHARDS y C. ARMON (Eds.): *Beyond formal operations: Late adolescent and adult cognitive development*. New York: Praeger.
- PASCUAL-LEONE, J. (1987): Organismic processes for neo-piagetian theories: a dialectical causal account of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 22, 1-39.
- PASCUAL-LEONE, J. y BOVET, M. G. (1966): L'apprentissage de la quantification de l'inclusion et la théorie opératoire. *Acta Psychologica*, 25, 334-365.
- PASCUAL-LEONE, J. y SMITH, J. (1969): The encoding and decoding of symbols by children: A new experimental paradigm and a neo-piagetian model. *Journal of experimental child psychology*, 8, 328-355.
- PASCUAL-LEONE, J. y GOODMAN, D. (1979): Intelligence and experience: A neo-piagetian approach. *Instructional Science*, 8, 301-367.
- PIAGET, J. et al. (1974): *Recherches sur la contradiction*. EEG XXII. Paris: PUF.
- PIAGET, J. et al. (1985): *Equilibration of cognitive structures*. Chicago: University of Chicago press.
- PIAGET, J. (1971): *Biology and Knowledge*. Chicago: Chicago University Press.

- RUMELHART, D. E.; McCLELLAND, J. L. y the PDP Research Group (1986): *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition: Vol. I. Foundations*. Cambridge MA: MIT Press/Bradford Books.
- SHAFRIR, J. y PASCUAL-LEONE, J. (1990): Post-failure reflectivity/impulsivity and spontaneous attention to errors. *Journal of Educational Psychology*, vol. 82, 2, 378-387.
- SMOLENSKY, P. (1988): On the proper treatment of connectionism. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 1-74.

Las matemáticas: fundamento de un desarrollo equilibrado

Introducción

Antonio Corral

EN una biografía de Maimónides se nos dice que este sabio «creía que el que desease alcanzar la perfección humana debía estudiar en primer término, como instrumento indispensable, la lógica; y luego, por este orden, las ciencias matemáticas, las ciencias naturales y, por último, la metafísica (...). El objetivo de Maimónides al estudiar álgebra y geometría era aguzar el pensamiento y adiestrar el entendimiento». (A. J. Heschel, 1982/1984, pp. 34 y 35).

Las ideas que me propongo sugerir aquí no están muy lejos de las propuestas por Maimónides hace 8 siglos. Efectivamente, las matemáticas, y las disciplinas lógico-formales, en general, constituyen la piedra angular de todo pensamiento fecundo, pues sólo ellas pueden proporcionar rigor, claridad y disciplina a nuestro borroso pensamiento. Sin esta «ascesis intelectual» nuestra inteligencia fácilmente se vence hacia lo fácil, lo inmediato, la pura opinión o la mera arbitrariedad. El analfabetismo matemático es caldo de cultivo de toda suerte de dominación cultural y política. (J. A. Paulos, 1988/1990).

No puede haber verdadero progreso en ningún campo del conocimiento sin una adecuada *compleción* matemática.

Incluso, en el campo de la novelística del siglo XX, autores tan excepcionales como Her-

mann Brock o Robert Musil (por no citar más que a dos) dedicaron mucho tiempo y esfuerzo al estudio de las matemáticas. Y, de un modo muy significativo, Italo Calvino, resumía sus *Seis propuestas para el milenio* (1989) con los siguientes vocablos: levedad, rapidez, *exactitud*, visibilidad, multiplicidad y *consistencia*.

Las matemáticas son la espina dorsal, la columna vertebral, la piedra angular, el instrumento *sine qua non*, del verdadero progreso intelectual, tanto individual como colectivo. Son para el desarrollo intelectual lo que la ascesis es para el contemplativo. Son la luz del pensamiento.

Siendo, como es, esto así, no es de extrañar que la *clave* del proceso educativo, lo que distingue un sistema educativo fallido de otro que cumple sus objetivos con éxito, es, precisamente, la probada adquisición de los estudiantes de un pensamiento matemático equilibrado, lo cual requiere que los educandos no sólo den muestras de haberse apropiado de los procedimientos, algoritmos, formulaciones o automatismos: cristalizaciones, en suma, sino también de haber adquirido la *capacidad de plantearse problemas, interrogaciones, hacer uso de*

heurísticos personales, de atestiguar, en definitiva, un pensamiento fluido o creativo. El cumplimiento de este mandato educativo es difícilísimo.

Pocos sistemas educativos podrán alardear de haberlo conseguido. Pero, no debemos olvidar, que los procesos de enseñanza/aprendizaje, en general, están regidos por leyes naturales, cuyo conocimiento nos abrirán las puertas del éxito. No creo que sea una exageración decir que el logro de una teoría psicológica de la educación matemática, entendida ésta en un sentido pleno —no el mero adiestramiento, entrenamiento o instrucción—, conllevaría, *ipso facto*, la posibilidad de una generalización, *enormemente facilitadora*, a las otras disciplinas didácticas de los conocimientos obtenidos en el estudio de la enseñanza de las matemáticas. ¿Y, esto, por qué?

Pues, sencillamente, porque al ser la educación matemática el problema más difícil, es lógico esperar, que la solución del problema más difícil suponga la solución de los que lo son en menor medida, ya sea porque se los puede considerar un caso particular de aquél, o, porque implican un mero desarrollo o especificación del problema más general.

En estos momentos estamos en disposición de enumerar los aspectos implicados en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas, cuyo adecuado dominio e *interconexión* nos conducirá a la comprensión de los complejos mecanismos que subyacen a este proceso.

- 1.- El desarrollo de las operaciones lógico-matemáticas generales de conocimiento.
- 2.- El estado actual de conocimientos de carácter específico.
- 3.- El conocimiento del desarrollo histórico de los conceptos fundamentales: resistencias y detenciones.

- 4.- El conocimiento de los problemas filosóficos y epistemológicos de las matemáticas.
- 5.- El conocimiento de los errores de carácter universal y su vinculación con las situaciones engañosas.
- 6.- Las diferencias individuales en lo que se refiere a los distintos estilos cognitivos (reflexividad/impulsividad; dependencia-independencia del campo perceptivo) y su relación con los estilos «matemáticos» (analistas y geómetras; intuicionistas y formalistas).
- 7.- Los problemas de la motivación derivados de la dificultad de superar la *apariencia* de que las matemáticas son una disciplina alejada de la realidad, dado su fuerte componente de abstracción.

A continuación, vamos a comentar cada uno de los aspectos o notas que hemos enumerado previamente. Y al final presentaremos una síntesis (posible) de ellos.

1. El desarrollo de las operaciones lógico-matemáticas generales de conocimiento

NUMEROSOS estudios han intentado relacionar la teoría piagetiana con la enseñanza de las ciencias, en general, y con la de las matemáticas, en particular. De singular interés resulta la conexión de la teoría piagetiana de las operaciones lógico-formales (Inhelder y Piaget, 1955) con la enseñanza de las matemáticas. En un experimento llevado a cabo por el autor (Corral y Tejero, 1986) se pudo comprobar que aquéllos alumnos de COU que habían acreditado un nivel de desarrollo lógico-

formal pleno (combinatoria, esquema de control de variables, grupo INRC probabilístico y físico) obtenían las máximas puntuaciones en la resolución de problemas de un tema de matemáticas estándar: La Combinatoria (variaciones, permutaciones y combinaciones). Todos los demás, no alcanzaban, ni mucho menos, las puntuaciones de aquéllos. La preocupación surge cuando se ve que en un nivel formal completo sólo se encuentran el 20% de los sujetos. Obsérvese, además, que el ítem con el que se valoraba el nivel lógico-formal en el esquema de combinatoria, fue resuelto por el 100% de los sujetos. Esto quiere decir que todos los alumnos en materia de razonamiento combinatorio partían con el mismo nivel, por lo que estos resultados no se explican invocando la influencia de los conocimientos previos, pues, en este caso, no parecía que hubiera diferencias entre los sujetos.

Lo primero que cabría concluir de este experimento es la necesidad de fomentar el desarrollo de operaciones generales de procesamiento, o, dicho de otro modo, del pensamiento lógico-formal, si se quiere optimizar la asimilación de conceptos matemáticos: son los sujetos que demuestran estar en un estadio formal avanzado o completo quienes tienen un comportamiento escolar casi óptimo. Ahora bien, esto no quiere decir que haya que enseñar el pensamiento formal directamente. Sólo intentarlo, ya sería un error de graves consecuencias. ¿Por qué? Precisamente porque el pensamiento formal no es, primordialmente, un conjunto de estrategias potentes para resolver problemas particulares, sino un modo distinto de enfrentarse con la realidad, que conduce, posteriormente, a la construcción por parte del sujeto de esas estrategias cuando interactúa con la realidad y comprueba que las que actualiza no le garantizan el éxito siempre. Si el pensamiento formal fue-

ra simplemente un conjunto de esquemas para resolver problemas concretos, si tendría sentido intentar su enseñanza directa, pero no es éste el caso. Por lo tanto, lo que procede, por parte del sistema educativo, es facilitar al estudiante los estímulos suficientes para que pueda ir construyendo por sí mismo esas operaciones generales de procesamiento.

Por otra parte, en otro lugar, ya hemos señalado las dificultades que tiene la enseñanza directa del razonamiento proporcional (Corral, 1986 y 1987).

2. El estado actual de conocimientos de carácter específico

LA teoría de Ausubel (1968) considera que la capacidad para resolver problemas depende de la adecuación de los conceptos específicamente relevantes en la estructura cognitiva del que aprende. Novak (1977) afirma que sólo cuando ya existe algún concepto rudimentario relevante para el material nuevo el aprendizaje es significativo.

Lo que se aprende es función, fundamentalmente, de lo que ya se sabe.

Hemos podido comprobar (Tejero y Corral, 1987) cómo los conocimientos previos con los que llegaban los alumnos, en este caso con respecto a la asignatura de Álgebra lineal (asignatura del primer ciclo de universidad), eran decisivos a la hora de aprobar o no la asignatura.

Los autores del trabajo extrajeron, después de analizar el libro de texto de la asignatura, un conjunto de 17 ítems que versan sobre conocimientos que el autor-profesor da por sabidos o supuestos, y, que, por tanto, están indicados de un modo latente o implícito.

Los alumnos contestaron la prueba de conocimientos previos al comienzo de curso. El análisis de los resultados se hizo después de calificar a los alumnos en la prueba de septiembre. El profesor, cuando calificó, no conocía las contestaciones de los alumnos a la prueba de conocimientos previos.

Los resultados no pueden ser más contundentes.

Si el alumno alcanza una puntuación por encima del 50% de aciertos en la prueba de conocimientos previos pasa la asignatura en junio o en septiembre.

No hay ningún alumno que teniendo menos del 50% de aciertos apruebe alguno de los dos parciales de la asignatura.

3. El conocimiento del desarrollo histórico de los conceptos fundamentales: resistencias, fijaciones y detenciones

UNO de los problemas que impiden el progreso del conocimiento es la fijación o centración en una determinada composición (estructura) perceptivo-mental de la realidad. Esto impide la necesaria descentración que, según Piaget —entre otros—, consiste en reestructurar de nuevo el campo perceptivo-mental, des-unir todas las partes o elementos —liberarlas de esa fijación— para volverlos a relacionar y a estructurar de otro modo, un modo superior (re-centración). Ello requiere, según Pascual-Leone, un nivel de activación, de consumo de energía, de acción y de tensión mental enorme. Esto explicaría la tendencia al «sedentarismo» inte-

lectual de la mayoría de las personas y la dificultad del avance científico.

Veamos algún notable ejemplo histórico.

La geometría analítica nació, con Descartes, en la primera mitad del siglo XVII, con el fin de relacionar las curvas del plano y las ecuaciones algebraicas con dos incógnitas. Descartes deseaba un método general de resolución, que pudiera aplicarse a todos los problemas de la geometría. Los dos conceptos fundamentales aportados por Descartes fueron:

(1) el concepto de coordenadas, abscisa y ordenada, a partir de un origen (0,0)

(2) la representación en forma de curva plana de cualquier ecuación algebraica con dos incógnitas, valiéndose para ello del método de las coordenadas (Aleksandrov et al., 1979).

Con la introducción de las coordenadas, Descartes «aritmetizó» el plano. En lugar de determinar un punto geoméricamente, basta con dar un par de números (x,y) y viceversa. Antes de Descartes se consideraba que una ecuación algebraica con dos incógnitas, $F(x,y)=0$, era un problema indeterminado, y, se estimaba que una ecuación tal, «indeterminada», carecía de interés (FIJACIÓN). Descartes consideró la situación desde un ángulo diferente (DES-CENTRACIÓN). Propuso que la x fuese considerada como la abscisa de un punto, y la correspondiente y como su ordenada. Si se dan distintos valores a x y, para cada valor de x , se calcula la correspondiente y en la ecuación, se obtiene en general un conjunto de puntos que constituye una curva (RE-CENTRACIÓN). Esta observación de Descartes abrió las puertas a una ciencia enteramente nueva. Descartes necesitó un movimiento de des-centración/re-centración para lograrlo: transformar los problemas geométricos en problemas aritméticos.

¿Qué es lo que hace que se produzca una des-
centración/re-centración? ¿Cómo surge ese «movi-
miento mental»?

La mente ve un problema: algo sucede para lo
que no hay, todavía, explicación, y hay que buscar
una explicación. Ese deseo termina almacenándose
en el repertorio «meta-ejecutivo» del sujeto. Este
deseo, unas veces de un modo inconsciente y otras
conscientemente activado, es el motor de la activi-
dad mental y gobierna la atención. Es la energía de
búsqueda.

Para alcanzar el éxito se requiere que pensado-
res anteriores hayan desbrozado el camino y hecho
aportaciones previas. El último estadio del proceso
es una reorganización de los elementos ya conoci-
dos; se necesita un esquema ejecutivo que coloca
cada cosa en su sitio. Si bien en el último estadio
también puede aparecer algún elemento nuevo que
no estaba presente previamente, fundamentalmente,
es una recapitulación, una explicitación, una extrac-
ción de las últimas consecuencias de toda la historia
anterior. Es «sólo» el último paso de un largo cami-
no colectivo. Pero es necesario que se produzca ese
movimiento de descentración-recentración. El enig-
ma radica en qué momento y por qué se produce ese
movimiento.

En todo acto creativo hay algo de intuición. La
intuición no está mediada por el lenguaje, ni por la
limitación del paso a paso o la sucesión de etapas,
como el pensamiento lógico-formal. Eso le permite
ensayar muchas posibilidades a una gran velocidad,
hasta que encuentra una que le satisface desde el
punto de vista del presente, y, también, quizás, des-
de el punto de vista del futuro, porque puede prever
todas sus posibilidades de desarrollo.

Poincaré y Hadamard explican la iluminación
como el resultado de un período de incubación donde

trabaja el inconsciente ocupándose de varias cosas a
la vez, edificando numerosas combinaciones de ideas,
clasificándolas e iluminando, así, la inteligencia cons-
ciente. Desde este punto de vista, el inconsciente
nos impediría cometer muchos errores, al impedir
que desechemos combinaciones o posibilidades que
el intelecto consciente considera absurdas (Leray,
1979).

En su libro *Ciencia y método*, Poincaré relata
uno de sus descubrimientos matemáticos. A costa
de un extraordinario esfuerzo, había logrado cons-
truir algunas de las llamadas funciones fuchsianas,
que constituyen las funciones automorfas más sim-
ples y más útiles, mediante un procedimiento de
construcción. Pero este procedimiento no podía
adaptarlo a la construcción de todas las funciones
fuchsianas porque no disponía de un marco teórico
cómodo e intuitivo al que referirlo. Este suponía,
precisamente, una geometría no euclidiana, que por
un prejuicio milenario (resistencias) estaba excluido
por principio. Poincaré no lo percibe en tanto su
espíritu queda *fijado* (fijación) en los resultados ad-
quiridos; pero, un viaje lo distrae de sus investiga-
ciones; de improviso e instantáneamente lo invade la
certeza absoluta de que ha manejado la geometría
no euclidiana (descentración), y, que esta geometría
constituye el instrumento más adecuado para las fun-
ciones fuchsianas (recentración).

Parece ser, pues, que el inconsciente y la intui-
ción juegan un papel nada desdeñable en el mecanis-
mo de descentración-recentración, necesario para
superar estados de conocimiento incompletos o erró-
neos.

Fisher y Lipson (1985) creen, al igual que mu-
chos otros autores, que los errores más persistentes
reflejan o bien conocimientos previos muy forma-
dos o atributos comunes de mecanismos de proce-

samiento de la información espontáneos y subconscientes: preconceptos, conceptos erróneos, conceptos primitivos e ingenuos, lapsus... Los humanos exhiben una justa tendencia a evitar esfuerzos extra de tipo mental, así como a minimizar la cantidad de procesamiento y a ahorrar sus recursos atencionales. Esta tendencia lleva, a menudo, a prestar atención a los aspectos superficiales de la situación, más que a los aspectos de la estructura profunda. Por lo tanto, hay que plantear problemas y discusiones que re-dirijan la atención hacia los aspectos profundos del problema, si queremos facilitar el mecanismo de descentración-recentración, imprescindible para el progreso cognoscitivo.

Aunque el método de comparar el desarrollo histórico de algún núcleo del currículum matemático con el desarrollo ontogenético es muy sugestivo, no siempre los resultados son prometedores. Este fue lo que ocurrió cuando indagamos (Tejero y Corral, 1988) qué tipo de demostración utilizarían, espontáneamente, 28 alumnos de COU cuando se les pidiera que demostraran que *los tres ángulos de un triángulo suman un ángulo llano*.

Hay dos formas, desde el punto de vista geométrico, de hacerlo. Una, la que se atribuye a Pitágoras, más primitiva, y, otra posterior, de Euclides.

Sólo un alumno (alumna, y, en el sentido que se atribuye a Pitágoras) realizó la demostración. La gran mayoría utilizó complejas y farragosas pseudodemostraciones que no conducían a ninguna parte. Los errores más habituales son los siguientes:

- Razonamiento circular o petición de principio: utilizan la tesis (el teorema) que tienen que demostrar como demostración de la tesis.

- Utilizan para demostrar el teorema, triángulos rectángulos o isósceles, porque les parece que en esos casos particulares la evidencia del teorema es

inmediata. No entienden que el teorema implica cualquier triángulo.

- Utilización abusiva de fórmulas trigonométricas. Teoremas del seno, coseno, el producto escalar...

Resultados como éstos, por desgracia muy comunes, ponen de manifiesto, que si bien los alumnos de COU muestran grandes capacidades algorítmicas, las utilizan de forma ciega. No disponen de heurísticos para enfrentarse con situaciones abiertas, ni de habilidades para encarar los problemas de un modo elegante y sencillo, evitando de este modo las complicaciones innecesarias. Nuestros alumnos han empleado instrumentos matemáticos mucho más complejos que el teorema que debían demostrar, y, sin embargo, han fracasado. La mente algorítmica de la mayoría de nuestros estudiantes de matemáticas está oscurecida: urge su esclarecimiento.

4. Los problemas epistemológicos y filosóficos de las matemáticas

L *A nueva mente del emperador* (Penrose, 1989/1991), es un *síntoma* de la insatisfacción que provoca en amplios sectores del quehacer científico el vigente marco epistemológico, y, una *manifestación* de las dificultades que entraña la formulación de un nuevo «paradigma epistemológico».

¿De dónde nace esa insatisfacción con el enfoque filosófico al uso? ¿De dónde proviene el deseo de cambiar los fundamentos filosóficos de nuestro «sistema de conocimiento»? ¿Cuál es la clave que orienta la nueva reflexión epistemológica?

Creo que Penrose, independientemente de las insuficiencias de las que hace gala en los capítulos 9 y 10 de su libro, ha acertado a señalar el punto central de la maraña. El ha visto muy bien dos tipos de situaciones:

- (a) Las situaciones científicas *inesperadas* y
- (b) Las situaciones científicas *anómalas*

que, a mi modo de ver, son las causantes de esta intranquilidad metafísica que se observa en el mundo de la ciencia.

Por situaciones científicas inesperadas entiendo un pequeño número de resultados teóricos, tanto en las ciencias formales como en las experimentales, que han dado al traste con ciertos prejuicios «ontológicos» clásicos. ¿Cuáles son éstos?

1. Cantor (1845-1918) descubre que el conjunto R de todos los números reales no puede ponerse en correspondencia biunívoca con el conjunto N de todos los números naturales. El conjunto R no es numerable. Eso significa que existen conjuntos mucho más numerosos que N , conjuntos que no podrían ser contados o enumerados por medio de números naturales utilizados como índices (Dauben, 1980/1984).

2. La probada incompletitud de los sistemas formales a cargo de Gödel (*Sobre las proposiciones formalmente indecidibles de los Principia Mathematica y sistemas afines*) que acabó con un viejo sueño «axiomático». Se admitía, tácitamente, que todos los sectores de la matemática podían ser dotados de unos conjuntos de axiomas susceptibles de desarrollar sistemáticamente la infinita totalidad de proposiciones verdaderas suscitadas en el campo sujeto a investigación. El trabajo de Gödel demostró que esta suposición es insostenible. El método axiomático tiene limitaciones intrínsecas. La aritmética ordinaria de los números enteros no puede ser plenamente

axiomatizada. Es imposible establecer la consistencia lógica interna de una amplia clase de sistemas deductivos (la aritmética elemental, p.e.), a menos que se adopten principios tan complejos de razonamiento que su consistencia interna quede tan sujeta a la duda como la de los propios sistemas. No puede garantizarse completamente el que muchas ramas de las matemáticas se hallen enteramente libres de toda contradicción interna (Nagel y Newman, 1958/1979).

3. La imposibilidad de definir un estado de simultaneidad absoluta, dada la injustificable pretensión de Newton de postular la existencia de un tiempo y un espacio absolutos.

«La teoría de la relatividad de Einstein acabó con la idea de un tiempo absoluto. Cada observador debe tener su propia medida del tiempo, que es la que registraría un reloj que se mueve junto a él, y relojes idénticos moviéndose con observadores diferentes no tendrían por qué coincidir» (Hawking, 1988/1990). Ahora lo absoluto son las leyes, expresadas matemáticamente, que relacionan las cuatro variables espaciotemporales, en un único sistema.

4. El comportamiento dual de la luz, que se manifiesta ora como *onda* ora como *partícula*.

5. El principio de indeterminación de Heisenberg (1926): «cuanto con mayor precisión se trate de medir la posición de una partícula, con menor exactitud se podrá medir su velocidad, y viceversa. Además esto no depende de la forma en que uno trata de medir la posición o la velocidad de la partícula, o del tipo de partícula, el principio de incertidumbre es una propiedad fundamental, ineludible, del mundo» (Hawking, 88/90).

Por situaciones científicas anómalas entiendo un conjunto de *resistencias* teóricas que no se logra superar. Significan, además, lugares de paso inexcusables para un decidido avance científico posterior.

De ahí su relevancia epistemológica.

1. Las conjeturas en la Teoría de números.

Por ejemplo, la conjetura de Goldbach: «cada entero par (>2) es la suma de dos primos»;

la conjetura de que «existen infinitos pares de primos, tales como 3,5 y 17,19 cuya diferencia es 2»;

«si existen números impares perfectos es un problema no resuelto»¹.

La conjetura de Fermat «es imposible escribir un cubo como suma de dos cubos, una cuarta potencia como suma de dos cuartas potencias y, en general, cualquier potencia superior a la segunda como suma de dos potencias similares». [$x^n + y^n = z^n$]

Catalan conjeturó que la única solución de la ecuación $x^p - y^q = 1$ con enteros x, y, p, q todos >1 , está dada por $3^2 - 2^3 = 1$. La conjetura todavía no ha sido establecida (Baker, 1984/1986).

2. La teoría general de la relatividad lleva a tener que admitir una singularidad infinita donde, inevitablemente, no se puede aplicar la teoría.

3. Se asume por los teóricos de la física que la teoría general de la relatividad y la mecánica cuántica tienen postulados incompatibles.

4. No se ha conseguido una teoría unificada que ligue simultáneamente las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza: gravitatoria, electro-magnética, nuclear fuerte y nuclear débil.

5. Las ecuaciones cuánticas son deterministas, pero cuando se amplifican los efectos cuánticos hasta el nivel clásico se introducen incertidumbres y probabilidades en la teoría cuántica (Penrose, 89/90).

6. ¿Cómo es el universo: finito, ilimitado, infinito (con principio pero sin fin o sin principio ni fin)...

1 «Un número natural n se llama perfecto si n es igual a la suma de sus divisores distintos de él mismo; por ejemplo, 6 y 28 son números perfectos».

Penrose sugiere que este conjunto de situaciones deben llevarnos a una nueva reflexión sobre la naturaleza del pensamiento y sobre la conciencia. El corazón de esta reflexión es la forzosa naturaleza no-algorítmica de ciertos aspectos del conocimiento humano. En efecto, si todo pudiera reducirse en nuestro funcionamiento mental a procesos algorítmicos, no podríamos aceptar, como aceptamos, determinadas verdades matemáticas que no son demostrables, y que no obstante vemos que lo son.

Es necesario preguntarse si para mantener esta razonable «conjetura» no hay más remedio que acudir a las ideas eternas de Platón o si por el contrario, tal conjetura cabe en un marco de explicación racional-constructivista. Ya hemos señalado que Penrose, posiblemente ha indicado adecuadamente el problema, aunque eso no signifique que haya apuntado en la buena dirección para resolverlo. Hay quien piensa que la naturaleza algorítmica o no del pensamiento es una cuestión metafísica y, por tanto, irrelevante. Yo no lo creo así. Acepto que tiene connotaciones metafísicas, pero es un asunto *decidible* por una combinación de métodos formales y experimentales. En este punto, estoy con Penrose, el teorema de Gödel es relevante, tanto si la mente humana fuera completamente algorítmica como si no lo fuera. Mi punto de vista, aquí distinto de Penrose, es como sigue:

Si lo fuera, le ocurriría lo que a los sistemas formales, esto es, no se autocontendría, y, por tanto, no podría autoexplicitarse de un modo completo.

Si por el contrario, no fuese algorítmica, el teorema de Gödel no le afectaría, pero entonces no podrían explicitarse, tampoco, determinados procesos —algunos, si, pero TODOS NO— en un

ordenador, pues serían de un orden «meta-cuántico».

Lo que no sabemos es si en el futuro habrá ordenadores meta-cuánticos. Pero esto ya si que es una cuestión metafísica. Así, vemos que no es necesario comprometerse con Platón para ir más allá de ciertas rigideces y dogmatismos de algunos postulados de la I.A. Lo que queda al arbitrio de cada cual es la interpretación que de este hecho maravilloso se pueda hacer.

El teorema de Gödel, no sólo su conclusión sino el procedimiento seguido en su demostración es uno de los momentos más grandiosos del espíritu humano. Merece la pena meditar permanentemente sobre él.

Mi conclusión es la siguiente: si bien la prueba de Penrose no es concluyente, sí, se puede encontrar una orientación que finalmente conduzca a formular una prueba concluyente. Aquí la he dejado apuntada.

5. Las situaciones engañosas

EL conocimiento de la realidad física se ve entorpecido por la existencia de situaciones engañosas. La dificultad mayor que evita o retrasa el progreso intelectual del sujeto radica, tanto en su fijación en los aspectos aparentes de la realidad, como en la aproximación cognitiva de carácter «figurativo». La una y la otra confunden al sujeto y le impiden la construcción de un conocimiento operativo que es el único capaz de liberarnos del «engaño de la apariencia».

El conocimiento matemático, no por tener un carácter extremadamente abstracto, se ve libre

de las seducciones de las situaciones engañosas, es decir, de aquellas situaciones que no son lo que parecen. Cuesta mucho trabajo, por ejemplo, comprender que el enunciado: «por un punto exterior a una recta sólo puede trazarse una, y, sólo una, paralela», *primero*, no es autoevidente, y, *segundo*, es imposible su demostración sin incurrir en un razonamiento circular. En efecto, hasta el siglo XIX, por obra de Lobachevsky y Riemann, entre otros, no se demostraría la imposibilidad de deducir de otros axiomas el axioma de las paralelas.

Una de las herramientas con las que contamos para ayudar al estudiante a superar las situaciones engañosas, es nuestro conocimiento del mejor modo de presentar los contenidos matemáticos a través de los textos didácticos.

Carlos Romera (1991) ha comparado el rendimiento de alumnos de una escuela técnica cuando se enfrentan a dos textos, uno de los cuales sólo difiere del otro en que se ha cambiado la diagramación para destacar los conceptos fundamentales de un modo más notorio, y, en la inclusión de un conjunto de actividades de autoevaluación.

Los resultados muestran una tasa de comprensión de los conceptos fundamentales en los alumnos que habían estudiado el texto «modificado». También se mantiene la misma superioridad en la resolución de problemas que demandan la mera aplicación de lo estudiado. Sin embargo, no hay diferencias cuando de lo que se trata es de resolver problemas de nivel superior, donde es necesario relacionar distintos conceptos.

Es de gran importancia presentar los contenidos matemáticos de un modo facilitador, que permita al alumno superar las situaciones engañosas que le inducen a error.

6. Las diferencias individuales

DESDE un tiempo a esta parte, va abriéndose camino en este ámbito de investigación, cada vez con mayor nitidez, la noción de la importancia que las diferencias individuales tienen en el modo de aprender del sujeto. Cabía pensar, por tanto, que la impulsividad/reflexividad (I/R) podría ser una variable a tener en cuenta a la hora de diseñar programas de aprendizaje de resolución de problemas de aritmética.

¿Podría, por sí sólo, un aprendizaje que lleve al sujeto a conductas más reflexivas provocar una ganancia, indirecta, en la resolución de problemas?

¿Sería eficaz un tratamiento de enseñanza que hiciera hincapié en los sucesivos pasos en la estrategia de resolución, inspirándose así en el «esquema reflexividad», más que otro que lo hiciera en las habilidades algorítmicas?

Vamos a ver que ha ocurrido en un experimento, llevado a cabo por Isabel Moreno y Rosa Sanz (1992), con el fin de poner a prueba estas posibilidades.

El número de sujetos que participó en la investigación fue de 75, agrupados en tres grupos: Grupo A (problemas), Grupo B (control) y Grupo C (reflexividad).

La edad de los niños fue de 10-11 años y cursaban 5 de EGB. Con el fin de controlar la posible influencia de la capacidad mental, de forma que los grupos tuvieran un promedio semejante en este operador oculto, se pasó el FIT de Pascual-Leone. Para esta edad, la teoría predice un $Mp=e+4/e+5$ (4.5). Los resultados obtenidos apuntan, como puede verse en la tabla 1, en esa dirección.

La reflexividad/impulsividad se midió con el MFFT, y para los efectos de esta exposición sólo vamos a tener en cuenta la puntuación que da el número de aciertos y no el tiempo de latencia.

Los problemas de aritmética eran 10, y cada uno tenía una puntuación máxima de 1.

Todos los sujetos fueron examinados, antes de distribuirlos en los tres grupos (dos experimentales y uno de control) en Mp, I/R y Problemas (P).

El grupo A recibiría posteriormente un conjunto de sesiones con el fin de potenciar en los niños unas adecuadas estrategias de resolución de problemas. Este era en resumen el esquema de enseñanza:

«Leer el problema y fijarse si hay alguna palabra que no conozco. Buscar o preguntar qué quiere decir esa palabra.

Localizar los datos fundamentales contestando a estas preguntas:

1. ¿QUE ME PREGUNTAN? Intento completar la pregunta si en el problema está incompleta.
2. ¿QUE DATOS TENGO? Saco los datos con los que tengo que operar, y me olvido de todos los que no sean necesarios.
3. TENGO QUE... Decidir qué operación tengo que hacer».

El grupo C recibió entrenamiento directo en la forma de responder adecuadamente al test de I/R.

El grupo B, por su parte, hizo el papel de grupo control, al que se entretuvo realizando amenos pasatiempos.

Inmediatamente después de las sesiones de intervención, todos los sujetos fueron examinados de nuevo en I/R y en P. Y pasado un cierto tiempo volvieron a ser examinados en P.

En la tabla 1 están resumidos los resultados obtenidos:

| | Mp | I/R1 | I/R2 | P1 | P2 | P3 | +I/R | +P |
|---------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| grupo A | 4,54 | 15,6 | 17,6 | 4,9 | 6,12 | 6,4 | 1,96 | 1,48 |
| grupo B | 4,94 | 17,4 | 17,3 | 4,9 | 5,96 | 5,96 | -0,0 | 1 |
| grupo C | 4,82 | 16,6 | 16,7 | 5,1 | 5,84 | 6,12 | 0,12 | 1 |

Tabla 1.

+I/R es la media de la ganancia obtenida del pretest al post test en impulsividad/reflexividad.

+P es la media de la ganancia obtenida del pretest (P1) al posttest (P3).

Las conclusiones más interesantes que cabe destacar son las siguientes:

1) El grupo A que recibe tratamiento en la resolución de problemas (no obstante ser ligeramente inferior en Mp y en I/R)² mejora más, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa, que el grupo control(B) y el otro grupo(C), que también mejoran, sin duda por un puro efecto evolutivo: los sujetos a esta edad están en un continuo desarrollo. [El análisis de varianza efectuado sobre las medias de las ganancias respectivas da una $F=1.095$ con una probabilidad de 0.340] (ver gráfico 2).

2) El grupo A mejora sensiblemente, en precisión, en el test de I/R, además de forma homogénea, mientras que ninguno de los otros dos grupos, ni siquiera el que recibió entrenamiento específico en esa habilidad, lo hace. [El análisis de varianza efectuado sobre las medias de las ganancias respectivas arroja una $F=5.785$ con una probabilidad asociada

de 0.005. Las diferencias entre el grupo A y los otros dos grupos B y C son significativas con un nivel de confianza de 0.008 y 0.019, respectivamente] (ver gráfico 1).

Ante estos resultados cabe hacerse las siguientes preguntas?

1) ¿Cómo explicar que un programa de aprendizaje en la resolución de problemas aritméticos (a los 10-11 años) no consiga efectos sensiblemente superiores a los producidos por el propio desarrollo (en un contexto de escolaridad diaria) autónomo de los sujetos?

2) ¿Cómo explicar que un programa de entrenamiento hacia una mayor reflexividad, en un contexto específicamente perceptivo-intelectivo, tampoco tenga ningún efecto apreciable ni sobre la I/R ni sobre la resolución de problemas aritméticos?

3) Y ¿cómo explicar, por el contrario, que el programa de aprendizaje de resolución de problemas, implícitamente dirigido hacia una mayor atención y cuidado a los pasos de la resolución, sí tenga, en cambio, efectos significativos sobre las puntuaciones en el MFFT (variable precisión), mejorando la actuación de los niños, de un modo homogéneo? Además: todos mejoran, tanto los lentos como los rápidos.

La posible explicación habría que buscarla en los siguientes puntos:

² Esto se hizo así para evitar que el grupo superior en Mp y en I/R fuera quien se beneficiara del entrenamiento. Si así hubiera sido podría haberse alegado que la ganancia era por efecto de su ligera superioridad de partida.

1.- La existencia de una transferencia *latente* abajo-arriba. En efecto, un entrenamiento en heurísticos de nivel específico, o con Shafrir & Pascual-Leone (1990) en el procesamiento de esquemas ejecutivos (específicos) acaba influyendo sobre una habilidad meta-ejecutiva o más general, es decir, se propaga desde abajo a arriba, al proporcionar a los sujetos oportunidades de realizar un aprendizaje ejecutivo.

2.- Por el contrario, la propagación arriba-abajo no es viable. Todos los sujetos precisos, sean rápidos o lentos, tienen un tiempo de latencia superior, *tras la comisión de un error*, que los imprecisos (Shafrir & Pascual-Leone, 1990), y, ahí parece estar la clave de su superior actuación en problemas de inferencia. Un aprendizaje de resolución de problemas de aritmética que acentúa la importancia de **marcar los pasos de resolución**, finalmente dará ocasión a los niños de desarrollar fuertes *controles* sobre sus previos procesos automatizados pero escasamente elaborados, que finalmente cristalizarán en esquemas ejecutivos no automatizados, como fruto más bien de esfuerzo mental y síntesis dinámicas que obligan al sujeto a un proceso de des-centración. *The low inferential ability of children with low postfailure reflectivity is not caused by intrinsic developmental deficiencies (e.g., maturational deficiency in the reserve of mental capacity). Rather, it is caused by an extrinsic executive deficiency resulting from lack of prior executive learning opportunities* (p. 385).

Tenemos todavía un escaso conocimiento de las leyes que rigen el complejo proceso de enseñanza/aprendizaje. Nuestra única esperanza de avance radica en la formulación de una teoría omnicompreensiva, capaz de hacer previsiones no triviales de los efectos de la intervención educativa. Es lo que vamos a hacer en el último (por ahora) apartado, utilizando como base la teoría de los operadores constructivos.

7. Un intento de articulación de todos los aspectos

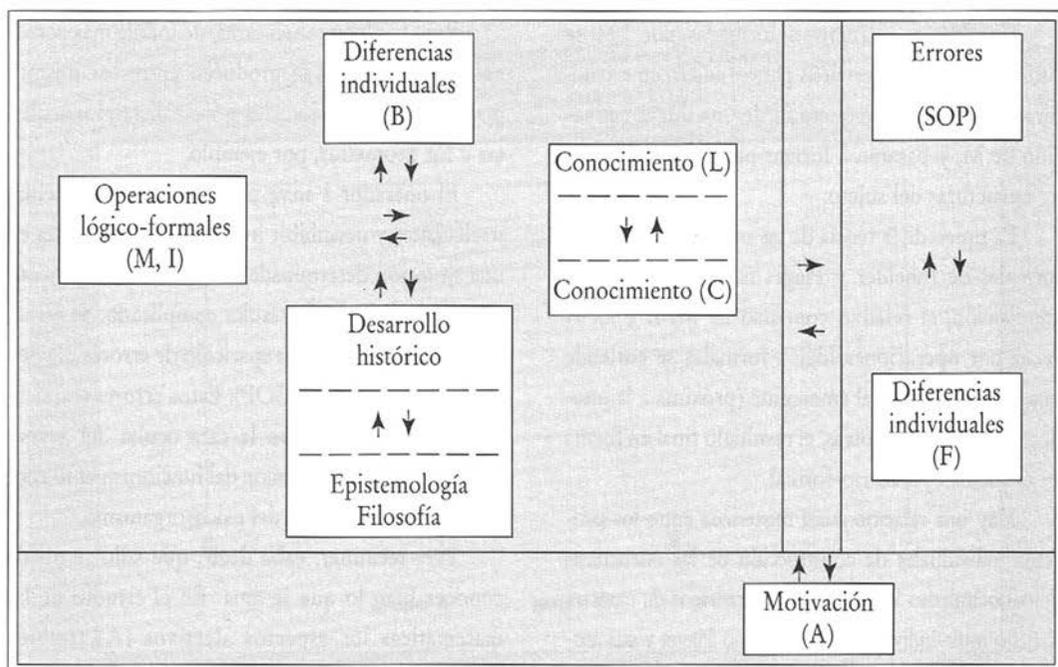
NO voy a dedicar un apartado especial al asunto de la motivación como había indicado al comienzo del artículo, no porque no crea que es importantísimo, todo lo contrario; sino porque pienso que si se logra la articulación sugerida en este último apartado, podrían haberse sentado las bases para la solución del problema de la motivación.

En el gráfico de la página siguiente presentamos un ensayo de posible interrelación entre todos estos aspectos.

Entre paréntesis se ha señalado la (posible) vinculación de cada una de las *notas (aspectos) comentadas* con 8 de los operadores ocultos o silenciosos de la teoría de los operadores constructivos (Pascual-Leone, 1978). Estos serían los responsables «psico-orgánicos» de cada uno de los aspectos apuntados.

- El operador de aprendizaje C o aprendizaje de contenido.
- El operador de aprendizaje L o aprendizaje lógico-estructural.
- El operador M o capacidad, atención o potencia mental.
- El operador F o factor de campo.
- El operador A, responsable de los factores afectivos.
- El operador I o factor de interrupción.
- El principio de sobre-determinación esquemática de la actuación o principio SOP [Schematic Overdetermination of Performance].
- El operador B se refiere a los sesgos y creencias personales, estructuras estilísticas y valores, características culturales...

Es creencia comunmente extendida, entre los



educadores poco avisados, que en el aprendizaje de las matemáticas sólo intervienen estructuras L (lógico-estructurales), mientras que las estructuras C (contenido) están, prácticamente ausentes. Al introducir los dos operadores L y C queremos poner de manifiesto que ambos son funciones hardware del psico-organismo, de carácter fundamental, necesarias e inevitables en cualquier proceso cognoscitivo. Por tanto también en el aprendizaje de las matemáticas.

Lo que ocurre es que según en que ámbito nos movamos (matemáticas o historia, por ejemplo) «emergerán» o «aparecerán» de un modo distinto. Es decir lo que se entiende por estructuras C en matemáticas es muy distinto de lo que se entiende por estructuras C en la adquisición de nociones sociales o económicas.

L y C están en relación (subyacente) dialéctica, pero no hay que entender tal dinámica en términos lineales, absolutos o mecánicos; sino, por el contra-

rio, de un modo abierto, contextual o relativo³.

Otro error de consideración que se comete al analizar los factores implicados en la resolución de problemas complejos, consiste en no diferenciar, convenientemente, entre el, aquí llamado, operador M y el operador L. En su lugar se utiliza un sólo constructo, que pretende amparar a ambos.

El operador L es la función que permite al psico-organismo estructurar el campo ilimitado de lo real. Sin esa capacidad sería imposible poner orden en el océano estimular de la realidad.

El operador M, en cambio, es la energía o atención mental, que dirige al psico-organismo en su búsqueda incesante de nuevos grados de abstracción. La síntesis entre L y M hace posible la construcción de los esquemas, los algoritmos, los invariantes que se aplicarán a una gran variedad de situaciones.

³ En Corral (1992) puede encontrarse una aproximación al análisis de la interacción entre estos dos operadores (L y C).

Cuando las estructuras formadas por LM se automaticen, se convertirán para el sujeto en estructuras «C», y ya no requerirán de una nueva activación de M, y pasarán a formar parte del repertorio de estructuras del sujeto.

Es típico de la teoría de las operaciones lógico-formales de Inhelder y Piaget no distinguir en su adquisición, el relativo concurso de M, L y C. A veces por operaciones lógico-formales se entiende una capacidad mental emergente (próxima a la inteligencia general), y, otras, el resultado final en forma de esquema operatorio-formal.

Hay una relación cuasi misteriosa entre los procesos individuales de construcción de las estructuras de conocimiento y los procesos históricos de carácter social o inter-individual. Nadie como Piaget y sus asociados ha comenzado a desentrañar las posibles leyes que gobiernan tales vínculos (Piaget y García, 1982).

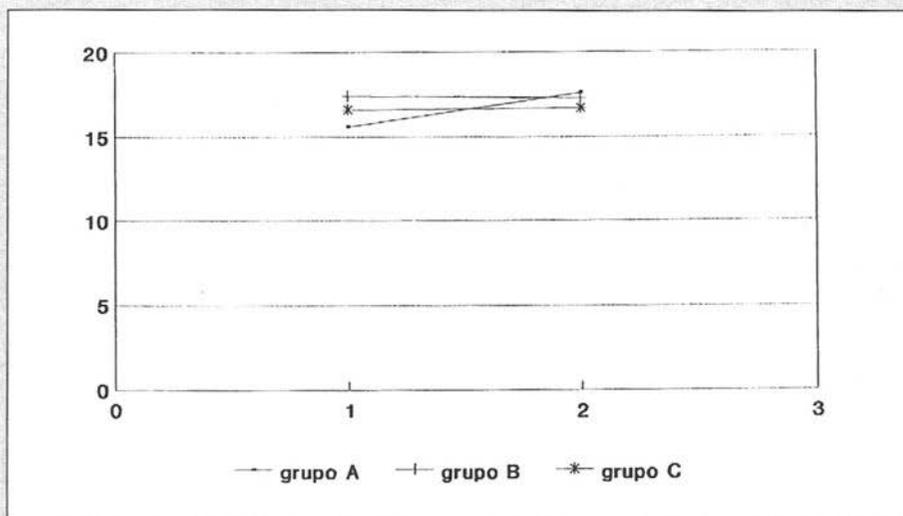
Por lo que respecta a las diferencias individuales (B), lo que más se ha estudiado es su interacción con el operador F, que es el responsable de los efectos (internos) del campo perceptivo. Es lo que se denomina estilo cognitivo: dependencia-independencia del campo perceptivo e impulsividad-reflexividad, en particular.

Pero también caben otras, de índole más personal, como las que se producen entre los mismos matemáticos: intuicionistas o formalistas; los analistas y los géómetras, por ejemplo.

El operador I sirve para inhibir los esquemas irrelevantes y desinhibir los esquemas relevantes en una situación determinada, lo que a causa (generalmente) de factores F, resulta complicado. Se crean, así, situaciones donde la aparición de errores es poco menos que inevitable (SOP). Estos errores (explicables racionalmente) son la cara oculta del avance intelectual, y, son expresión del funcionamiento cognoscitivo (subyacente) del psico-organismo.

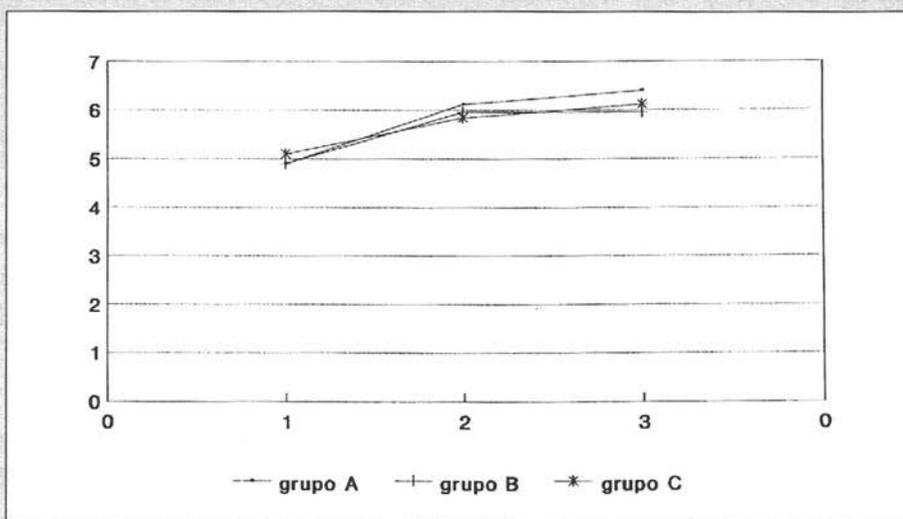
Para terminar, cabe decir, que sólo se puede conocer bien lo que se ama. En el estudio de las matemáticas los aspectos afectivos (A) también son importantes. Sin motivación interna su aprendizaje se convierte en una obligación insoportable. Esto todos lo sabemos. Sólo un cambio de perspectiva, por parte del profesor, podrá conseguir que todas las partes del sistema encajen suavemente entre sí. Quizás, entonces, habremos dado un paso decisivo: los alumnos comenzarán a apreciar que sin matemáticas no hay progreso espiritual.

Impulsividad-Reflexividad Pre-test y post-test



Según grupos

Problemas pre-, post-test 1 y post-test 2



Según grupos

BIBLIOGRAFÍA

- ALEKSANDROV, A. D. et al. (1979): *La matemática: su contenido, métodos y significado*. Vol. 1. Madrid: Alianza.
- AUSUBEL, D. P. (1968): *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BAKER, A. (1984/1986): *Breve introducción a la teoría de números*. Madrid: Alianza.
- CALVINO, I. (1989): *Seis propuestas para el próximo milenio*. Madrid: Siruela.
- CORRAL, A. (1986): La dificultad de enseñar el razonamiento proporcional. *Infancia y Aprendizaje*, 35-36, 47-58.
- CORRAL, A. (1987): El aprendizaje de la estrategia de comparación de proporciones. *Infancia y Aprendizaje*, 37, 33-43.
- CORRAL, A. (1992): La interacción entre el aprendizaje lógico-estructural (L) y el aprendizaje de contenido (C). *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 1/2.
- CORRAL, A. y TEJERO, L. (1986): Del pensamiento formal a la comprensión de la formalización matemática de la combinatoria, según dos organizaciones formales diferentes. *Revista de psicología general y aplicada*, vol. 41(6), 1.149-1.161.
- DAUBEN, J. W. (1980/1984): El desarrollo de la teoría de conjuntos cantoriana. En I. GRATTAN-GUINNESS: *Del cálculo a la teoría de conjuntos, 1630-1910*. Madrid: Alianza.
- FISHER, K. M. y LIPSON, J. I. (1985): Information processing interpretation of errors of college science learning. *Instructional Science*, 14, 49-74.
- HAWKING, S. (1988/1990): *Historia del tiempo*. Madrid: Alianza.
- HESCHEL, A. J. (1982/1984): *Maimónides*. Barcelona: Muchnik.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1955/1972): *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós.
- LERAY, J. (1979): La invención en matemáticas. En J. PIAGET et al. *Epistemología de la matemática*. Buenos Aires: Paidós.
- MORENO, I. y SANZ, R. (1992): *La importancia de las estrategias y del estilo cognitivo en la resolución de problemas aritméticos*. Investigación inédita.
- NAGEL, E. y NEWMAN, J. R. (1958/1979): *El teorema de Gödel*. Madrid: Tecnos.
- NOVAK, J. D. (1977/1982): *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza.
- PASCUAL-LEONE, J. (1978): La teoría de los operadores constructivos. En J. A. DELVAL (comp.): *Lecturas de psicología del niño* (vol. 1). Madrid: Alianza.
- PIAGET, J. y GARCÍA, R. (1982): *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Madrid: Siglo XXI.
- PAULOS, J. A. (1988/1990): *El hombre anumérico*. Barcelona: Tusquets.
- PENROSE, R. (1989/1991): *La nueva mente del emperador*. Madrid: Mondadori.
- ROMERA, C. (1991): *Estudio comparativo del aprendizaje mediante un libro tradicional y un texto modificado a partir del primero*. Investigación inédita.
- SHAFRIR, U. y PASCUAL-LEONE, J. (1990): Postfailure reflectivity/Impulsivity and spontaneous attention to errors. *Journal of Educational Psychology*. vol. 82, 2, 378-387.
- TEJERO, L. y CORRAL, A. (1987): La importan-

cia de los conocimientos previos: un estudio en el campo de las matemáticas. *A distancia*, vol. 4, 14-15.

TEJERO, L. y CORRAL, A. (1988): Educar para la elegancia y la claridad. *A distancia*, vol. 1, p. 9.

Resumen

Utilizando como base la teoría de los operadores constructivos de Pascual-Leone, se ensaya un modelo que articule e integre de un modo armonioso los distintos aspectos que intervienen en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas. El objetivo último es la construcción de una teoría omnicomprendensiva de la educación matemática, capaz, por tanto, de hacer previsiones no triviales de los efectos de la intervención educativa en este campo del conocimiento.

Palabras clave: Operaciones lógico-matemáticas. Conocimientos previos. Epistemología, historia, filosofía de las matemáticas. Estilo cognitivo. Situaciones engañosas. Operadores constructivos. Análisis de tareas.

Abstract

Based on the constructive operators theory by Pascual-Leone (1978), a model that integrates and permits the smooth interaction of the different aspects that play a role in the teaching/larning of mathematics is proposed. The ultimate target is the elaboration of a comprehensive theory of the mathematical education. Thus this theory would be able to make relevant predictions on the effects of educational intervention in this field of knowledge.

Key words: Logical-mathematical operations. Advance knowledge. Epistemology, history, philosophy o mathematics. Cognitive style. Misleading situations. Constructive operators. Task analysis.

Antonio Corral

Dpto. de Psicología Evolutiva.

Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

Análisis racional de reglas de juegos practicados por niños fang en un poblado de Guinea Ecuatorial

Pilar Pardo de León

LA investigación que vamos a exponer ha sido realizada en Acoga, un poblado fang situado en el interior de la zona continental de Guinea Ecuatorial. Este poblado está habitado por una sola tribu —los yenfem— que forma parte del grupo fang okak. En el momento de la recogida de datos la población estaba compuesta por 145 personas (62 hombres y 83 mujeres) de las cuales el 44% tenía una edad inferior a 20 años.

La economía de Acoga, como sucede en todos los poblados fang, está basada en la agricultura, pesca, caza y cría de algunos animales. Hay también, aunque en menor cuantía, actividades comerciales internas y externas al propio poblado.

Los niños ayudan a su familia desde edades muy tempranas; van asumiendo funciones según crecen y a la vez adiestrando a los más pequeños. Durante el día su tiempo se distribuye entre la escuela, los trabajos que se les asigna familiarmente y el ocio y descanso.

Durante la mañana, en período lectivo, los niños asisten a la escuela. Es antes de entrar y después de salir del colegio cuando tienen que emprender las tareas domésticas. Desde pronto comienzan a distinguir las funciones sociales femeninas y masculinas, pero, por lo general, realizan trabajos domésticos muy similares: coger agua del río, barrer la coci-

na, lavar los platos, limpiar calabaza y cacahuete..., aunque hay tareas como cuidar a los peque-

ños, lavar la ropa o ayudar en la preparación de los alimentos que los chicos sólo hacen cuando no hay niñas en la casa o éstas son muy pequeñas.

La división de los trabajos de pesca, caza y ayuda en la finca entre chicos y chicas está muy clara. Los niños colaboran con el padre y las niñas con la madre adoptando, para ello, las técnicas propias de su sexo.

Acoga cuenta con una escuela unitaria atendida por un maestro diplomado. La educación en Guinea Ecuatorial se imparte en español, que es la lengua oficial del país, pero los niños cuando se inician en la escuela conocen, por lo regular, sólo su lengua materna, lo cual es una dificultad añadida para estos niños que arrastran generalmente un retraso escolar de varios años.

Aparte del tiempo dedicado a la escuela y a los trabajos que les asignan, los niños también emplean gran parte de su tiempo en los juegos; siendo uno de los momentos preferidos para esta actividad las noches de luna llena. Antes de que anochezca también se suele ver a los niños en la plaza del poblado jugando y, en general, siempre que tienen tiempo libre y no están descansando.

Los niños de Acoga demostraron un gran interés por los juegos de reglas. Mediante las observaciones que realizamos en el comienzo de nuestra estancia de tres meses en el poblado pudimos comprobar la predominancia, entre los varones, de los juegos de procedencia occidental sobre los tradicionales fang que, aunque eran conocidos por los niños, se practicaban en contadas ocasiones (Pardo, 1988). No obstante las niñas jugaban fundamentalmente a un juego fang de gran tradición en toda la zona denominado «mbang». Este juego se basa fundamentalmente en el ritmo y tiene una regulación muy simple. Fueron los juegos más practicados y más complejos, el fútbol y el bi (canicas) los que seleccionamos como objeto de este trabajo. No fue seleccionado ningún juego femenino debido a su escasa regulación (Pardo, 1989).

El propósito de este estudio consiste en realizar el análisis metacognitivo de las reglas más complejas descritas por los niños en los juegos seleccionados y relacionarlas con la capacidad mental de los sujetos medida a través del Test de Intersección de Figuras (FIT).

El FIT fue diseñado por J. Pascual-Leone en 1967 basándose en su teoría de los operadores constructivos. Durante las dos últimas décadas, este autor ha estudiado el concepto de capacidad mental, en concreto se ha centrado en la capacidad de atención mental que corresponde a un componente innato de la inteligencia identificada en los estudios factoriales como factor *g* o inteligencia fluida.

El factor *M* o poder mental es un operador oculto que determina el número máximo de esquemas independientes que pueden ser conducidos a una actuación total simultánea. El poder mental *M* está compuesto por *e* y *K*. Pascual Leone describe e como una constante que representa la cantidad de

espacio *M* necesario para sostener los esquemas ejecutivos y los esquemas de instrucción de la tarea que dirigen el proceso de solución del problema del sujeto. Describe *K* como una variable evolutiva que corresponde al número de esquemas relevantes específicos sostenidos por *M*. Esta variable aumenta desde los 3 años una unidad los años impares, llegando al máximo a los 15 años: 7 unidades. La capacidad mental *M* puede ser medida determinando el número de esquemas que se activan en la resolución de una tarea.

Una de las pruebas más utilizadas para la medida de *M* es el FIT. Consiste en la presentación de ítems progresivamente más complejos, es decir, que requieren cada vez la activación de más esquemas por el factor *M* para poder resolver los ítems correctamente. El sujeto debe estimular con su energía mental (*M*) el número de esquemas que es igual al número de figuras relevantes que aparecen en cada ítem del test. Según el autor es una prueba insensible a diferencias culturales (Pascual-Leone e Ijaz, 1989). Esta prueba ha sido aplicada y probada su validez en poblaciones sudafricanas en situaciones de inadecuada escolaridad (Miller, Pascual-Leone, Campbell y Juckes; 1989) y en Guinea Ecuatorial en muestras fang (Pardo, 1989).

Para determinar la demanda *M* que tienen las tareas, es decir, el número mínimo de esquemas que el sujeto tiene que activar para poder resolverla, Pascual-Leone propone la realización del análisis meta-subjetivo de la tarea. Este autor y sus colaboradores han efectuado este tipo de análisis en diversas tareas piagetianas que corresponden al pensamiento operatorio concreto, tal como la conservación de la sustancia, el peso y el volumen y otras que corresponden al pensamiento operatorio formal, tal como la prueba de la balanza. Estos análisis se encuentran

explicados en diversas publicaciones (entre otras, Pascual-Leone, 1980, Pascual-Leone y Goodman, 1979; Ribaupierre y Pascual-Leone, 1979; Pascual-Leone y Morra, 1991).

Entre los trabajos realizados sobre análisis metasubjetivo de tareas no se observa ninguno que haga referencia a las reglas de los juegos, aunque si se han realizado investigaciones que relacionan la dificultad cognitiva de las reglas de los juegos con tareas piagetianas (Pardo, 1981; Maldonado, 1982; Linaza y Maldonado, 1987). En estos trabajos se ha apreciado la relación existente entre tareas operacionales concretas y operacionales formales con la dificultad de las reglas en el fútbol (penalti y fuera de juego).

El análisis de las reglas más complejas comentadas por los niños fang, la especificación de su demanda mental y la relación con el espacio mental, medido mediante el FIT, de los niños que las explican y utilizan es el objetivo de la investigación que a continuación detallamos.

Procedimiento

EL conocimiento práctico que los niños tienen sobre las reglas de los juegos seleccionados (fútbol y «bi») se determinó mediante la realización de entrevistas.

En las entrevistas seguimos el método clínico piagetiano apoyado con la simulación de situaciones lúdicas. De esta forma era fácil introducir al niño en el ambiente de juego y plantearle situaciones conflictivas que nos permitieran evaluar su conocimiento de las reglas. El material que se utilizó para realizar la simulación de juegos fue el tablero de una mesa que servía para representar el campo de juego

y cilindros de madera decorados con ojos, boca y camisetas a modo de jugadores de fútbol, que servían para representar a los participantes en los juegos. Los niños también disponían de bolas y de papel y lápiz, en caso de necesitarlo, para la explicación de sus juegos. Durante las entrevistas nos acompañó un intérprete que había sido previamente entrenado, ya que no todos los niños hablaban el español de forma fluida. En la entrevista se extraía información acerca de cómo se inicia el juego, de su desarrollo, de las prohibiciones en el mismo y de la finalización de éste. Tal estructura se mantuvo tanto para el juego del fútbol como para el de «bi». Todas las entrevistas se registraron en cinta magnetofónica y su duración aproximada fue de 15 a 20 minutos.

Para la determinación del espacio mental de los niños se utilizó el FIT. El test se aplicó en la escuela a grupos de 5 a 10 niños. La prueba se suministró tres veces en el espacio de tres meses. En la primera y tercera aplicación se utilizó la misma versión, en la segunda se giraron 180 grados los ítems. La duración de la prueba varió entre 45' y 70' incluidas la explicación y los ejemplos.

Muestra

ESTÁ compuesta por todos los niños y adolescentes de Acoga de edades comprendidas entre 6 y 18 años. Todos estaban escolarizados. De los 26 sujetos fueron eliminadas de la muestra las 12 niñas, ya que su conocimiento sobre los juegos seleccionados era muy limitado. En el momento en el que realizamos las entrevistas se estaban iniciando en el juego del fútbol y no jugaban a «bi».

Análisis de reglas de los juegos

DE todas las reglas descritas por los niños en las entrevistas las que poseen una mayor dificultad cognitiva son la del fuera de juego en el fútbol y la de «enser» en «bi», por lo cual las hemos seleccionado para realizar este análisis.

En el aprendizaje de las reglas influyen varios factores. Por una parte la familiaridad que el niño tenga con el juego; será mucho más complicado intentar enseñar una regla a un niño que no juegue habitualmente que a un niño que practique el juego. Otro factor es la necesidad de que el niño interactúe con otros que conozcan la regla y un último factor que consideramos necesario es que el niño tenga desarrollada la capacidad mental suficiente para considerar todos los elementos que componen la regla.

Al analizar las reglas hay que determinar el número de esquemas que las forman a fin de saber el número de unidades mentales que el niño tiene que utilizar para poder comprender cada una de ellas.

De las dos reglas estudiadas, la de mayor dificultad es la del fuera de juego en el fútbol. Su dificultad estructural se puede apreciar en su definición:

«Un jugador, está en posición de fuera de juego si se encuentra más cerca de la línea de meta contraria que el balón, salvo a) que se encuentre en la propia mitad de su terreno o, b) que haya entre él y la línea de meta dos adversarios por lo menos» (Escartín, 1982).

En Acoga esta regla se conocía simplificada. El análisis lo vamos a realizar sobre esta formulación:

«Un jugador está en situación de fuera de

juego cuando no hay por lo menos un defensa entre él y la meta. Si el delantero avanza con el balón y adelanta al defensa no se encuentra en posición de fuera de juego».

Los elementos que hay que considerar para la comprensión de la regla así formulada son: 1) situación del delantero, 2) situación del defensa, 3) situación del balón, 4) relación entre la situación del delantero y la del defensa y 5) relación entre la situación del delantero y la del balón.

Según la regla así formulada las unidades de espacio mental necesarias para su comprensión son cinco. También hay que considerar que para conocer la regla tienen que intervenir otros factores de aprendizaje (L) y que es posible que algunos sujetos enuncien la regla correctamente, pero no sean capaces de reconocerla en las simulaciones del juego porque ha habido un aprendizaje determinado por los factores C, pero no se ha producido una comprensión correcta de la regla, quizá debido a un espacio mental M todavía insuficiente.

«Enser» es la regla más compleja del juego «bi». El objetivo del juego es ganar bolas; para ello los jugadores tienen que matarlas, es decir, golpearlas después de haberla metido en el «opó» (hoyo) y siempre que no haya ninguna otra bola en el «pat» (círculo dibujado en el suelo que rodea al opó). La regla de «enser» ha sido definida como «la posibilidad de coger la bola que persigue y ya ha sido introducida en el opó en el momento en que está cerca (ha fallado en el intento de matar) de la perseguida que no ha entrado en el opó, y utilizarla para alejarse de ella». Para ello, se coge la bola perseguidora y se sitúa en la mano al lado de la perseguida para golpear a ésta y así impulsarla con el objeto de que el tiro tenga más fuerza y llegue más lejos.

Esta regla tiene un objetivo compensatorio, mediante ella se ayuda al que está perdiendo a alejarse de su perseguidor. Sólo tendrá interés aplicarla cuando el niño perseguido no tenga posibilidad de llegar al «opó» en su tirada, y convertirse de perseguido en perseguidor.

Los elementos que hay que considerar para comprender esta regla y practicarla son: 1) si la bola cercana tiene «pat» (ha sido ya introducida en el «opó»), 2) si la bola propia tiene «pat», 3) relacionar la cercanía de las bolas y 4) relacionar la cercanía de la bola propia y el «opó».

Tal como fue formulada esta regla, son cuatro las unidades de espacio mental necesarias para su comprensión.

Resultados

UNA vez realizado el análisis de las reglas de los juegos, seleccionamos la puntuación más alta obtenida por los niños en las tres administraciones del Fit, ya que ésta es la representante de la capacidad mental máxima de los sujetos, y la relacionamos con la demanda mental de las reglas.

En las tablas 1, 2 y 3 se puede observar el conocimiento de las reglas de fuera de juego y «enser» que tenían los niños y la puntuación obtenida por ellos en el FIT.

| NOMBRE | EDAD | CONOCIMIENTO FUERA DE JUEGO | CONOCIMIENTO ENSER | PUNTUACIÓN FIT |
|-----------|-------|-----------------------------|--------------------|----------------|
| Antonio | 6,4 | incorrecto | incorrecto | — |
| Patricio | 6,7 | incorrecto | incorrecto | — |
| Joaquín | 10,3 | incompleto | correcto | 4 |
| Demetrio | 12,4 | incorrecto | correcto | 6 |
| Benito | 12,8 | correcto | correcto | 7 |
| Ramón | 13,4 | correcto | correcto | 6 |
| Santiago | 13,6 | incompleto | correcto | 6 |
| Epifanio | 15 | correcto | correcto | 3 |
| V.Ciriaco | 15,1 | correcto | correcto | 7 |
| Gaudencio | 15,2 | correcto | correcto | 6,5 |
| Ambrosio | 16,11 | correcto | no la nombra | 6,5 |
| Liberato | 17,1 | correcto | no la nombra | 6,5 |
| Rufino | 17,3 | correcto | correcto | 5 |
| Pablo | 18,4 | correcto | correcto | 6 |

Tabla 1. Conocimiento del fuera de juego y del «enser» y puntuación en el FIT de los chicos de Acoga

| CONOCIMIENTO DEL FUERA DE JUEGO | | | | |
|---|----------|------------|------------|-------|
| | Correcto | Incompleto | Incorrecto | Total |
| Puntuación en el FIT superior o igual a 5 | 8 | 1 | 1 | 10 |
| Puntuación en el FIT inferior a 5 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| | 9 | 3 | 2 | 14 |

Tabla 2. Número de niños que conocen correctamente, imperfectamente o desconocen la regla del fuera de juego, según su puntuación en el FIT

| CONOCIMIENTO DE LA REGLA DE ENSER | | | |
|---|----------|------------|-------|
| | Correcto | Incorrecto | Total |
| Puntuación en el FIT igual o superior a 4 | 9 | 2 | 11 |
| Puntuación en el FIT inferior a 4 | 1 | 2 | 3 |

Tabla 3. Número de niños que conocen o desconocen la regla de «enser» en el juego de «bi», según su puntuación en el FIT

De los catorce sujetos estudiados hay cinco que tienen un conocimiento incorrecto o parcialmente correcto de la regla del fuera de juego, estos niños no aportan ninguna información con relación a nuestra hipótesis, ya que el no poseer un conocimiento adecuado sobre la regla puede ser debido, aparte de que el espacio mental no pueda movilizar los esquemas necesarios para la comprensión de la regla, a múltiples factores entre los que podemos considerar la falta de interés o un aprendizaje deficiente.

Son los nueve sujetos que conocen la regla los relevantes en nuestro análisis. El 89% de los niños

que demuestran un conocimiento correcto del fuera de juego obtuvieron en el FIT una puntuación igual o superior a cinco, que coincide con la demanda mental de la regla, mientras que un sujeto (11%) tiene una puntuación inferior. Esta diferencia es significativa estadísticamente ($z = 3.300$, $\alpha = .0004$).

Con relación a la regla de enser, son diez los niños que la explicaron correctamente, de los cuales el 90% obtuvo una puntuación en el FIT igual o superior a cuatro (demanda mental de la regla), mientras que el 10% no llegó a esta puntuación. Esta diferencia es significativa estadísticamente ($z = 3.578$, $\alpha = .0001$).

Conclusiones

LOS resultados expuestos han mostrado cómo en las dos reglas analizadas todos los niños que demostraron un conocimiento completo de las mismas, a excepción de uno, obtuvieron en el FIT una puntuación igual o superior a la demanda mental de éstas. Tal excepción podría ser debida a las dificultades de lectoescritura y al gran rechazo a las tareas escolares manifestadas por este niño. Al haber sido administrado el FIT en la escuela es posible que se haya producido, en este niño,

una identificación de la prueba con una tarea de examen y haberse dificultado de esta manera su rendimiento.

Aún con la cautela impuesta por el pequeño número de sujetos utilizados en este estudio, los resultados obtenidos nos permiten concluir que las reglas de los juegos pueden ser comprendidas cuando su demanda mental coincide o es superada por la capacidad mental de los jugadores. El niño para aprender una regla y utilizarla correctamente deberá tener desarrollada la capacidad mental que le permita poder activar el número de esquemas que la configuran.

REFERENCIAS

- ESCARTÍN, P. (1982): *Reglamento de fútbol comentado*. Madrid: Pueyo.
- LINAZA, J. y MALDONADO, A. (1987): *Los juegos y el deporte en el desarrollo psicológico del niño*. Barcelona: Anthropos.
- MALDONADO, A. (1982): Desarrollo cognitivo y juego: las operaciones formales y la comprensión del fuera de juego en el fútbol. Comunicación presentada en el VII Congreso Nacional de Psicología. Santiago de Compostela.
- MILLER, R.; PASCUAL-LEONE, J.; CAMPBELL, C. y JUCKES, T. (1989): Cross cultural similarities and differences on two neo-Piagetian cognitive tasks. *International Journal of Psychology*, 24, 293-313.
- PARDO DE LEÓN, P. (1981): *Juego de reglas y desarrollo cognitivo durante la adquisición de las operaciones formales*. Memoria de licenciatura. Universidad Complutense de Madrid.
- PARDO DE LEÓN, P. (1988): Juegos de los niños fang. *África 2000*. 7, 37-42.
- PARDO DE LEÓN, P. (1989): *Juego de reglas y desarrollo cognitivo en poblados fang de Guinea Ecuatorial*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- PASCUAL-LEONE, J. (1980): Constructive problems for constructive theories: The current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology. En R. H. KLUWE y H. SPADA (Eds.): *Developmental Models of Thinking*. Londres: American Press. [Versión castellana: Problemas constructivos para teorías constructivas: La relevancia actual de la obra de Piaget y una crítica a la psicología basada en la simulación del procesamiento de información. En M. CARRETERO y J. GARCÍA MADRUGA (Eds.)(1984): *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Editorial.]
- PASCUAL-LEONE, J. y GOODMAN, D. (1979): Intelligence and experience: a Neo-Piagetian approach. *Instructional Science*, 8, 301-367.

PASCUAL-LEONE, J. y IJAZ, H. (1989): Mental capacity testing as a form of intellectual-developmental assessment. En R. J. SAMUNDA; S. L. KONG; J. CUMMINS; J. PASCUAL-LEONE y J. LEWIS (Eds.): *Knowledge and development* (Vol. 2). Toronto: Hogrefe International.

PASCUAL-LEONE, J. y MORRA, S. (1991): Ho-

rizontality of water level: a neo-piagetian developmental review. *Advances in Child Development*, 23, 231- 276.

RIBAUPIERRE, A. y PASCUAL-LEONE, J. (1979): Formal operations and M power: a Neo-Piagetian investigation. *New Directions for Child Development*, 5, 1-43.

Resumen

J. Pascual-Leone, para determinar la demanda mental que tienen una tarea, es decir, el número mínimo de esquemas que el sujeto tiene que activar para poder resolverla, propone la realización del análisis metasubjetivo de la misma. El objetivo del presente estudio consiste en analizar las reglas más complejas comentadas por niños fang, determinar de esta manera su demanda mental y relacionarlo con el espacio mental de los niños que las explican y utilizan. El estudio se realizó en un poblado fang del interior de Guinea Ecuatorial, colaboraron en él todos los niños y adolescentes del poblado de edades comprendidas entre 6 y 14 años. Para determinar el conocimiento que los niños tienen sobre las reglas de los juegos más complejos observados en el poblado (Fútbol y canicas) se realizaron entrevistas siguiendo el método clínico apoyado con la simulación de situaciones lúdicas. Para determinar el espacio mental (M) de los niños se utilizó el FIT. El análisis de las dos reglas más complejas de los juegos mostró una demanda mental de 5 unidades en la regla de fuera de juego (fútbol) y de 4 unidades en la regla de enser (canicas). Según esto, para comprender estas reglas es necesario poseer un espacio mental igual o superior a la demanda de las reglas. La relación entre la demanda mental de la regla y el espacio mental de los niños medido mediante el FIT fue significativa.

Palabras clave: Espacio mental, demanda mental, reglas de los juegos.

Abstract

In order to assess the mental demand of a set task, that is, the minimum number of schemes which the subject needs to activate to resolve it, J. Pascual-Leone proposes that a metasubjective analysis is carried out of each such task. The objectives of the research paper are to analyse the most complex rules discussed by the fang children to assess their mental demand, and to study how this is related to the mental capacity of the children who explain and use the rules. The research was undertaken in a Fang village in the interior of Equatorial Guinea. All the children and adolescents in the village aged between 6 and 18 contributed to the study. To assess the children's knowledge of the most complex games played in the village (marbles and football), interviews were held with them

following the clinical methods supported by the simulation of games situations. To assess the mental capacity (M) of the children the Figures Intersection Test (F.I.T.) was used. The analysis of the two most complex rules of the games indicated on mental demand of 5 units on the «off-side» rule (football) and of 4 units in the rule of «enser» (marbles). Following this analysis the children must have a mental capacity equal or superior to the mental demand of the rules. The relationship between the mental demand of each rule and the mental capacity of the children was significant.

Pilar Pardo de León

Dpto. de Psicología Evolutiva.

Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

normas para los autores

- 1) *TARBIYA, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, admite trabajos y artículos inéditos en castellano para cada una de sus secciones. La aceptación de los mismos corresponde al Consejo Editorial y serán remitidos a nombre de la Revista o al Editor.
- 2) Los originales deberán enviarse por triplicado, mecanografiados a doble espacio por una sola cara en hojas DIN A-4 y con un margen neto a la izquierda. Su extensión no excederá de 20 folios (iconografía aparte).
- 3) Se incluirá una primera página en la que se indicarán en el siguiente orden: título del trabajo, nombre y apellidos del autor o autores y centro de trabajo de los mismos con su dirección completa que posibilite correspondencia. Igualmente figurará un resumen en castellano y su traducción inglesa, de no más de 200 palabras, así como de 3 a 6 palabras claves en ambos idiomas.
- 4) Los trabajos de experimentos de investigación constarán de introducción, métodos, resultados, discusión y referencias.
- 5) Las referencias bibliográficas en el seno del texto, se citarán entre paréntesis con el apellido(s) del autor y año. Si el nombre del autor figura en el texto, se citará únicamente el año entre paréntesis.
- 6) La bibliografía se incluirá al final del trabajo siguiendo los criterios fijados por la APA, es decir, en orden alfabético de apellidos, incluyendo autor(es), año, título completo, lugar de edición y editorial. En el caso de artículos de revistas se incluirá, autor(es), año, título, nombre y nº de la revista, y número de páginas. Ejemplos:
BRINCONES, I. (Comp.) (1991): *Lecturas para la formación inicial del profesorado*. Madrid: Ediciones de la U.A.M.
GONZÁLEZ, E. (1991): Escalas Reynell, adaptación a la población española. *Cuadernos del I.C.E.*, 18, 33-50.
- 7) Las notas se relacionarán numeradas a pie de página. Si dichas notas incluyesen referencias bibliográficas, se citarán según el criterio fijado en el punto 5º.
- 8) Las tablas, figuras, cuadros, gráficos, esquemas y diagramas, se presentarán en tinta negra sobre papel blanco. Se enviarán en hojas independientes numeradas y con su título o texto explicativo (si lo hubiera) mecanografiado a doble espacio en hoja aparte. El autor marcará en el margen del texto, a lápiz, con el número correspondiente la ubicación aproximada en la que deberán aparecer los materiales iconográficos, independiente de que aparezca explícitamente señalado en el texto.
- 9) Salvo casos excepcionales no se admitirán fotografías, que deberán ser en blanco y negro, en brillo y de calidad suficiente para su reproducción. Su tamaño no será inferior a 6 x 9. Deberán ir numeradas al dorso indicando el apellido del autor o primer autor del trabajo. Sus títulos o textos (si los hubiera) deberán no superar los cuatro renglones, mecanografiados a doble espacio en hoja aparte. Igualmente se indicará en el margen del texto, a lápiz, su ubicación aproximada. Fotografías y textos se enviarán dentro de un sobre propio.
- 10) Los originales que deban ser modificados para su publicación, serán enviados a sus autores. Así mismo se comunicará la aceptación de trabajos para su publicación.

colección cuadernos del ICE

1. **BRINCONES, I. (Comp.)**
Lecciones para formación inicial del profesorado
1990 239 páginas ISBN: 84-7477-312-1 PVP: 1.500 ptas.
2. **BOSQUE, J.; MORENO, A.; MUGURUZA, C.; RODRÍGUEZ, V.; SANTOS, J. M y SUERO, J.**
DEMOS, un programa para la enseñanza y el estudio con ordenador del crecimiento de la población.
1990 129 páginas y Disquete 3 $\frac{1}{2}$ ISBN: 84-7477-368-7 PVP: 2.500 ptas.
3. **ARROYO ILERA, F. (Comp.)**
Lecturas sobre medio ambiente, algunas aplicaciones educativas.
1992 196 páginas ISBN: 84-7477-377-6 PVP: 1.500 ptas.
4. **GRUPO LOGO MADRID**
Hoja de cálculo en la enseñanza de las matemáticas en secundaria.
1992 132 páginas y Disquete 3 $\frac{1}{2}$ ISBN: 84-7477-409-8 PVP: 2.000 ptas.
5. **ALONSO TAPIA, J. (Dir.)**
¿Qué es lo mejor para motivar a mis alumnos? Análisis de lo que los profesores saben, creen y hacen al respecto.
1992 134 páginas ISBN: 84-7477-408-X PVP: 1.000 ptas.
6. **GARCÍA SOLÉ, J. y JAQUE RECHEA, F. (Comps.)**
Temas actuales de la física.
1992 203 páginas ISBN: 84-7477-407-1 PVP: 1.200 ptas.
7. **MALDONADO, A.; SEBASTIÁN, E. y SOTO, P.**
Retraso en lectura: evaluación y tratamiento educativo.
1992 127 páginas ISBN: 84-7477-419-5 PVP: 1.000 ptas.

PETICIONES: Por teléfono o por correo indicando el NIF a:

Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid

Ctra. de Colmenar Viejo, km. 15.

CANTOBLANCO

28049 MADRID

Telf. 397 42 33

tarbiya nº 1-2

5 PRESENTACIÓN

7 Reformas educativas y progreso social
Juan Delval

19 La psicología del aprendizaje y los modelos de diseño de enseñanza: la teoría de la elaboración
Juan José Aparicio

45 La interacción entre el aprendizaje lógico-estructural (L) y el aprendizaje de contenido (C)
Antonio Corral Íñigo

57 El aprendizaje receptivo de las ciencias: preconcepciones, estrategias cognitivas y estrategias metacognitivas
José Otero

67 Los problemas de la enseñanza en la historia en España
Julio Valdeón Baroque

81 El simbolismo algebraico o ¿por qué los profesores nos empeñamos en complicar tanto la vida de nuestros alumnos?
Grupo Azarquiel

91 Reflexiones desde la psicolinguística sobre la enseñanza de la lengua
Ignasi Vila

97 RESEÑAS

tarbiya nº 3

INVESTIGACIÓN

7 Modelos y estrategias para la evaluación del conocimiento y su adquisición: Un estudio piloto
Jesús Alonso-Tapia, Fermín Asensio, Eloísa Fernández, Ángeles Labrada, F. Carlos Moral

AVANCE DE INVESTIGACIÓN

- 51** El desarrollo de la noción de trabajo y prestigio ocupacional
Purificación Sierra, Ileana Enesco

ESTUDIOS

- 59** La representación y el aprendizaje de conceptos
María Rodríguez Moneo
- 81** La evaluación de la creatividad: revisión y crítica
Julio Olea Díaz

EXPERIENCIAS

- 101** Nuevas herramientas en el laboratorio de física
J. M^a Meseguer Dueñas, J. Real Sáez, E. y Bonet Salom

- 115** RESEÑAS

tarbiya nº 4

INVESTIGACIÓN

- 7** Influencia del contexto temático en el razonamiento sobre problemas de Física en 2º de B.U.P.
M^a Carmen Pérez de Landazábal

AVANCE DE INVESTIGACIÓN

- 35** Evolución de las estrategias de aprendizaje en alumnos de enseñanza superior
Carmen Aragonés Prieto

ESTUDIOS

- 43** El Bachillerato: La modalidad de Artes. Las enseñanzas artísticas de régimen general
Eugenio Bargeño Gómez
- 65** La formación inicial para la docencia universitaria
M^a África de la Cruz Tomé

EXPERIENCIAS

- 91** Los programas de formación inicial para la docencia universitaria en la Universidad Autónoma de Madrid
África de la Cruz y Héctor Grad

109 RESEÑAS



Revista de investigación e innovación educativa



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN
PARA EL AÑO 1994 (3 Números)

Apellidos Nombre

Calle N°

Código Postal Ciudad Provincia

Teléfono

PRECIO DE LA SUSCRIPCIÓN: 1.500 Ptas.
NÚMEROS SUELTOS: 700 Ptas.
PAGO: Contra reembolso con el primer número

SUSCRIPCIÓN Y PEDIDOS: Librería de la Universidad Autónoma de Madrid
Ciudad Universitaria de Cantoblanco
28049 MADRID
Telf.: 397 49 97

FECHA Y FIRMA

