ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

# Explicaciones Causales en Adolescentes Bilingües de Escuela Pública de Ayacucho

**Luis LAM**[1]
**Susana FRISANCHO**[2]

## Resumen

La presente investigación explora el desarrollo de las explicaciones causales de un grupo de adolescentes bilingües de Ayacucho, Perú, en relación a diversas tareas relacionadas a la causalidad en fenómenos físicos (ascenso del nivel del agua y flotación). Se compara este desarrollo con el desarrollo operatorio (i.e. la conservación de la sustancia y peso), con el fin de explorar la articulación del desarrollo de la causalidad y el de las operaciones. Se parte del marco conceptual de la teoría de Jean Piaget y de su método "clínico-crítico" para evaluar las explicaciones de los adolescentes. Los resultados corroboran los hallazgos de los trabajos originales de Piaget y colaboradores y sirven de apoyo a la validez de la teoría Piagetiana en otros contextos socioculturales.

**Palabras clave:** Explicaciones causales, Jean Piaget, Epistemología Genética.

## Causal Explanations in Bilingual Adolescents Attending Ayacucho Public Schools

## Abstract

The aim of the present study is to explore the development of causal explanations obtained from bilingual adolescents attending a public school in Ayacucho (Peru), concerning multiple tasks related to physical causality (rise in water level and flotation). The development of causal explanations is compared to operations development (i.e. conservation of substance and weight), as a means to explore the way in which the development of causality and operations articulate with each other. The study was based on Jean Piaget's theoretical framework and the use of his "clinical-critical" method for assessing the causal explanations given by the adolescents. The results obtained corroborate the original findings of the work by Piaget and his collaborators and provide support for the validity of Piagetian theory in other sociocultural contexts.

**Keywords:** Causal explanations, Jean Piaget, Genetic Epistemology.

[1] Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Grupo de investigación en Cognición, Aprendizaje y Desarrollo. E-mail: luis.lam@pucp.pe

[2] Departamento de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Coordinadora del Grupo de investigación en Cognición, Aprendizaje y Desarrollo. E-mail: sfrisan@pucp.edu.pe

 https://doi.org/10.36311/1984-1655.2014.v6n0.p164-193

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

**Introducción**

La noción de causalidad, entendida como la comprensión de las relaciones de causa-efecto en los fenómenos de nuestro mundo (Piaget y García, 1973), ha sido objeto de reflexión académica durante muchas décadas y desde diversas disciplinas. Algunas de esas reflexiones son recogidas en *Las teorías de la causalidad* (Piaget, Bunge, Halbwachs, Khun y Rosenfeld, 1977). Sin embargo, ha sido en la psicología que la noción de causalidad, desde una perspectiva de desarrollo, se ha abordado empíricamente. Piaget (1927, 2009) contribuye con algunos de los primeros trabajos empíricos sobre el tema y abre las puertas a una línea de investigación de la causalidad inserta en el marco de su teoría. Al respecto, un breve recuento histórico es desarrollado por Desrochers (2005).

En la tradición piagetiana el desarrollo de la causalidad ocupa un lugar clave en el proceso de construcción del conocimiento, pues a través de su construcción se desarrollan tanto las nociones más elementales como las más complejas del conocimiento científico (Piaget y García, 1973). La presente investigación se enmarca dentro de esa tradición. Es necesario señalar que el estudio de la causalidad no fue realizado de manera continua por Piaget, pudiéndose hablar de dos etapas en su investigación: la primera, en los años 20 y la segunda en las décadas de 1960-70.

*El estudio piagetiano de la causalidad: primera etapa*

En la década de 1920, Piaget (1927, 2009) describe con detalle el desarrollo de las explicaciones causales de los niños al dar cuenta de fenómenos físicos, e identifica una progresión de cuatro estadios (Piaget, 2009). En el primero, llamado *Estadio mágico-fenomenista* (3 a 4 años aproximadamente), el niño explica los fenómenos en base a una eficacia personal. Por ejemplo, la luna lo sigue mientras camina porque él la comanda. El segundo estadio, denominado *Estadio de la explicación moral* (3 a 7-8 años aproximadamente), se divide, a su vez, en dos sub-estadios. En el primero el niño cree que las cosas están vivas y obedecen los designios de las personas o de Dios. En el segundo ya no piensa en las personas como la causa de fenómenos naturales tales como el viento o la lluvia, sino que ahora son las cosas mismas las que actúan como agentes causales entre sí. En este sub-estadio existe una mezcla de cualidades físicas (las piedras mueven el agua del río) y morales (el agua del río se mueve para llevar agua para beber). En el

tercer estadio, llamado *Estadio de explicaciones dinamistas* (7-8 años a 10-11 aproximadamente), el niño piensa que todo movimiento requiere de mecanismos físicos. A diferencia de etapas anteriores, aquí los mecanismos físicos son necesarios (y hasta suficientes) para explicar el movimiento, aunque se considera que algunos cuerpos tienen vida o son conscientes y se les atribuye una especie de fuerza innata que les permite moverse por sí mismos. Piaget (2009) identifica similitudes entre esta "fuerza innata" y el "motor interno" de la física aristotélica; en la concepción del niño, las causas externas son las que "activan" las tendencias internas del objeto en movimiento. En el último estadio, que recibe el nombre de *Estadio de las explicaciones mecánicas* (desde los 10 años aproximadamente), el movimiento se explica por causas físicas externas, aunque sin necesariamente coincidir con los modelos de la ciencia. Por ejemplo, el niño dice que las estrellas son movidas por el viento, lo cual es una explicación mecánica, aunque incorrecta. Ya no son necesarios factores o "motores internos" para explicar los fenómenos. Como puede verse, el proceso descrito se caracteriza por un progreso en dirección de una objetividad creciente y un subjetivismo/egocentrismo decreciente (Piaget, 2009).

*El estudio de la causalidad: segunda etapa*

Los trabajos de esta época muestran una formulación del desarrollo de la noción de causalidad mucho más rica y compleja. En esta nueva perspectiva (Piaget y García, 1973) se hace referencia a un sistema deductivo. Esto significa que, al momento de dar cuenta de las causas de un fenómeno, la explicación causal no se limita a establecer la relación de contigüidad o covarianza –*legalidad*- entre las variaciones de dos o más fenómenos, sino que también implica transformaciones, transmisiones y conservaciones de lo que se transmite. Significa, además, que la causalidad implica *necesidad lógica*. Es decir, una explicación verdaderamente causal debe dar cuenta *deductivamente* de por qué un fenómeno dado *tenía que* ocurrir como ocurrió –y no de otra manera- según las condiciones iniciales. Lo anterior (necesidad lógica, implicación, deducción, etc.) alude, además, al papel que juega la actividad organizadora del sujeto que conoce, la cual es posible solamente gracias a un sistema de operaciones lógicas que estructuran su acción. Una de las implicancias de esto es que la causalidad no puede ser conocida por medio de –ni reducida a- una simple percepción. Podría pensarse que conocer causalmente no es más que percibir una sucesión entre eventos, pero incluso si reducimos la causalidad a una

sucesión entre eventos queda implicada una construcción por parte del sujeto. Piaget (1978) lo resume con una simple frase: "una sucesión de percepciones no constituye ella sola una percepción de la sucesión" (p. 14).

Para poder explicar un fenómeno causalmente, la nueva perspectiva Piagetiana propone una "atribución" de las operaciones del sujeto a los objetos que interactúan. Las operaciones son acciones interiorizadas y reversibles organizadas en estructuras de conjunto (Piaget e Inhelder, 2007). En otras palabras, las operaciones implican "leyes de composición" o reglas que transforman un estado en otro y que son necesarias para relacionar dichos estados e invertirlos mentalmente. Sin las operaciones el niño es incapaz de conectar lógicamente el estado inicial y el final. Sólo puede apoyarse en su percepción y esta es insuficiente e incluso engañosa.

Piaget y García (1973) distinguen la *aplicación* de la *atribución* de las operaciones. El sujeto aplica sus operaciones cuando, por ejemplo, realiza cálculos aritméticos, cuando estima la conservación del volumen, peso o materia, cuando comprende la igualdad del tiempo transcurrido en el desplazamiento a diferentes velocidades de dos móviles que empiezan a moverse y se detienen a la vez, etc. En todos estos casos, es el sujeto el que impone una organización a los objetos. En cambio, atribuir las operaciones es pensar a los objetos del mundo como si fuesen ellos mismos agentes "operadores" cuya actividad se organiza de manera análoga a cómo se organiza nuestra propia actividad. Por ejemplo, cuando una ficha de dominó cae sobre otra y la empuja, el sujeto le atribuye acción organizada en el "acto" de empujar (lo que implica que es el empujón de la que cae la causa de la caída de la siguiente, lo que se repite de ficha a ficha, conservándose el "empujón" o *momentum*, etc.). Ahora, cuando el sujeto atribuye sus operaciones no pierde su capacidad para aplicarlas al organizar lo que experimenta, por lo que toda atribución de operaciones va acompañada de su aplicación (sin que toda aplicación vaya necesariamente acompañada de atribución).

Como hemos visto, desde una perspectiva de desarrollo las nociones de causalidad experimentan una estructuración y complejización progresivas, que, además, son paralelas y solidarias a la estructuración y complejización de las operaciones (Piaget

y García, 1973). Así, en un principio, la causalidad y las operaciones se encuentran indiferenciadas en la mente del sujeto. Su progresiva diferenciación y coordinación las hace potenciarse en su mutuo desarrollo. De este modo, las operaciones le confieren una estructura lógica y deductiva a la causalidad, mientras que la experiencia de fenómenos causales sirve de estímulo para la construcción operatoria. Un ejemplo de esto está en las nociones de *transitividad* operatoria (si A < B y B < C, entonces A < C) y de *transmisión* causal (si una canica A empuja y le transmite energía a una B y B hace lo mismo con una C, hay una transmisión de A a C), cuyos desarrollos se enriquecen mutuamente (Piaget y García, 1973).

Investigar el desarrollo de la causalidad es importante en tanto que, al estar entrelazada con el de las operaciones, la causalidad se convierte en un factor fundamental en la comprensión del desarrollo de las formas más complejas de pensamiento, sin las cuales no es posible examinar la realidad de manera crítica, lógica y científica. Si bien se han estudiado los aspectos operatorios del pensamiento en contextos culturales diversos (Bruner, 1966; Piaget, 1966; Bovet, 1974; Price-Williams, 1961; Laurendeau-Bendavid, 1977; Adjei, 1977; Opper, 1977; Dasen, 1984), incluso en países andinos como Perú, Ecuador y Bolivia (Gottret, 1994; Meza y Sirlopú, 1997; Sánchez-Parga, 1988; Reátegui, 1990), la investigación se ha encontrado con dificultades metodológicas al momento de aproximarse a contextos sociales significativamente distintos del urbano-occidental, o se ha enfocado en su mayoría en el período de las operaciones concretas (Greenfield, 1976, 1997; Paz, 2004). En cuanto al estudio específico del desarrollo de la causalidad en contextos culturales diversos desde la perspectiva piagetiana, la investigación es, hasta donde se conoce, inexistente. Esto es lamentable, pues los programas educativos exigen que los niños y jóvenes aprendan contenidos que implican varias nociones causales y diversos fenómenos físicos tales como la flotación (Diseño Curricular Nacional 2009, Ministerio de Educación). Identificar la manera en que se desarrollan las nociones causales en adolescentes de contextos culturales diversos hará posible guiar mejor los programas educativos. En este sentido, este estudio explora el desarrollo de la explicación causal así como aspectos del desarrollo operatorio (conservación de sustancia y peso).

**Método**

*Participantes*

Participaron 7 estudiantes bilingües, 3 varones y 4 mujeres, de 3º, 4º y 5º de secundaria de una institución educativa pública ubicada en el centro poblado urbano[3] de Huamanguilla (3276 m.s.n.m.), distrito de Huamanguilla[4], provincia de Huanta, en la región Ayacucho, Perú. Todos hablaban quechua y español.

Tabla 1: *Edad, sexo y grado escolar de los participantes*

| Nombre | Sexo | Edad | Grado |
|---|---|---|---|
| Auc | F | 17 | 5º Secundaria |
| Gom | M | 17 | 5º Secundaria |
| Con | F | 15 | 5º Secundaria |
| Cca | M | 14 | 4º Secundaria |
| Lil | F | 16 | 4º Secundaria |
| Riv | M | 18 | 4º Secundaria |
| Qui | F | 15 | 3º Secundaria |

**Técnicas de recolección de información**

*Método clínico-crítico Piagetiano*

Se utilizó la entrevista clínica – crítica, cuyo objetivo es indagar las características de la lógica y el conocimiento del sujeto evaluado (Ducret, 2004). La entrevista clínica-crítica, si bien puede tener cierto número de preguntas preestablecidas, en la práctica se desenvuelve de manera dinámica y en función a las reacciones del participante. Funciona como una especie de *mayéutica socrática*, pero con la meta de esclarecer la complejidad del conocimiento del evaluado (Ducret, 2004).

[3] Un centro poblado urbano se define, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, como aquel que tiene como mínimo 100 viviendas agrupadas contiguamente, formando manzanas y calles (INEI, 1993).

[4] Según el censo del año 2007, la población total del distrito de Huamanguilla era de 5200, de los cuales sólo 1419 vivían en zona urbana y 4065 eran quechua hablantes (INEI, 2007).

El método clínico-crítico utilizado presenta al sujeto material concreto (manipulable)[5], respecto al cual el investigador hace preguntas referidas a las causas de los fenómenos que ocurren en relación con el material o a aspectos lógico-matemáticos relacionados. Por ejemplo, ante la constatación de que un objeto se hunde en el agua, el investigador puede preguntar: "*¿por qué se hundió?*". El sujeto, entonces, menciona lo que considera son la(s) causa(s) del hundimiento. Ante su respuesta, el investigador puede proponer contra-ejemplos (si el sujeto dice que el objeto se hundió por ser pesado, se le puede presentar un objeto más pesado que flota) con el fin de averiguar cómo el evaluado reacciona ante una experiencia que lo contradice. Esto ofrece datos sobre el desarrollo de su pensamiento, pues este desarrollo limita la manera en que la nueva información puede coordinarse con los esquemas previos y superar la contradicción. También se puede ofrecer contra-sugestiones, diciéndole al sujeto que otra persona dio una respuesta diferente, lo que permite comprobar la consistencia de las respuestas o ver cómo el sujeto reacciona ante otras posibilidades (por ejemplo, se le puede decir: "*un muchacho de tu edad me dijo que esto se hunde porque no hay suficiente agua para empujarlo ¿Qué piensas sobre lo que dijo? ¿Por qué?*"). Antes de manipular el material de las pruebas de causalidad se pidió al sujeto que anticipe lo que ocurriría y se siguió el interrogatorio a partir de lo que respondió. Luego se procedió a realizar la experiencia concreta y manipular los materiales para comprobar o refutar sus previsiones, ante lo cual se proseguía con el interrogatorio.

*Instrumentos*

Para explorar el nivel de desarrollo de las explicaciones causales se ofreció al participante una serie de materiales manipulables a partir de los cuales, en el marco del método clínico-crítico, se realizaron preguntas y sugestiones pertinentes al fenómeno físico evaluado. Específicamente, se evaluaron las explicaciones relacionadas al ascenso del nivel de agua y a la flotación.

[5] El método usado por Piaget y sus colaboradores se manifestó de diversas maneras durante las décadas, desde una entrevista puramente verbal a una entrevista que utiliza material concreto como apoyo. Aquí nos referimos al método en este último sentido (Ducret, 2004)

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

También se aplicaron instrumentos relacionados al desarrollo de las conservaciones, lo que permitió explorar la relación entre el desarrollo de las explicaciones causales y el desarrollo operatorio. Estos instrumentos fueron el de conservación de la sustancia y el de la conservación del peso.

*Instrumento 1: Ascenso del nivel de agua*

Consiste en un recipiente transparente con agua, en el cual se coloca una botella pequeña de plástico sólido. El peso de la botella puede modificarse debido a las monedas en su interior, que pueden retirarse o añadirse frente al participante. La inmersión de la botella en el recipiente de agua eleva el nivel del agua según el espacio que ocupa la botella. El nivel de agua se indica con un marcador al lado del recipiente, de modo que queden señaladas las variaciones en los niveles del agua al colocar y retirar la botella y que luego pueda constatarse que se trate del mismo nivel de agua al variar el peso de la botella.

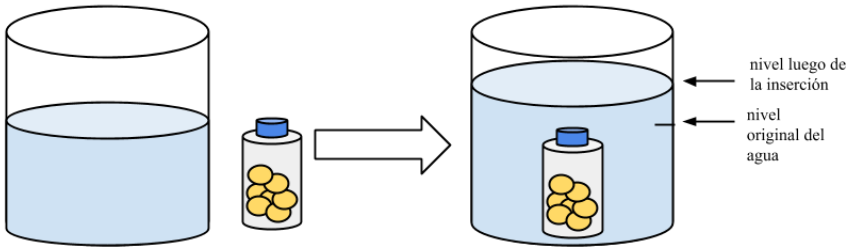


*Figura 1.* Instrumento del ascenso del nivel de agua

El sujeto debió anticipar, antes de colocar la botella en el agua, qué ocurriría con el nivel del líquido si se colocaba la botella (subiría, bajaría o se quedaría igual) y explicar las razones de lo que anticipó. Luego el experimentador colocó la botella en el recipiente y confrontó al sujeto con la experiencia. La explicación causal está en que al sumergir la botella en el recipiente, esta desplaza un volumen de agua equivalente a su propio volumen, haciendo que el nivel de agua en el recipiente se eleve. La diferencia entre nuestra versión de la tarea y la versión original piagetiana es que en esa se utilizó un guijarro y en el presente trabajo una botella a la que se le podía variar el contenido (monedas), lo que permitió explorar el papel que juega el peso en las explicaciones dadas.

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

En los trabajos originales mencionados en Piaget y García (1973), se postula la siguiente secuencia de desarrollo: **IA**: El nivel de agua no cambiará. **IB**: El nivel de agua aumenta o disminuye por efecto del movimiento del objeto. Se dirá que si el objeto es colocado de antemano antes que el agua, el nivel de agua no cambiará. **IIA**: El peso hace aumentar el nivel del agua. **IIB**: Reacciones intermedias con peso y "grosor". **III (nivel máximo)**: Se comprende el papel del volumen, no el peso, como lo que desplaza el nivel del agua.

*Instrumento 2: Flotación*

Esta prueba consistía en un recipiente con agua y varios objetos: una bola grande de madera, una bola mediana de poliestireno, una bolita pequeña de plástico, un pedazo de alambre enrollable, dos botellas grandes de igual volumen y pesos diferentes (A1, A2), cuatro botellas medianas de igual volumen con pesos diferentes (B1, B2, B3, B4), tres pedazos de vela de la misma densidad pero de volumen y peso diferentes (C1, C2, C3), dos llaves de metal idénticas y un recipiente de metal.

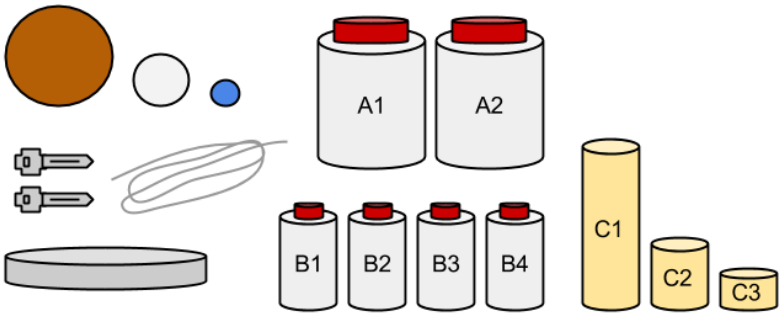


*Figura 2*. Instrumento de la flotación

Las botellas A1 y B1 tenían volumen diferente e igual peso, lo mismo ocurría con A2 y B2. Se ofreció una balanza electrónica para que el sujeto lo compruebe. La bolita pequeña de plástico, el alambre, la botella B1 y las llaves se hundían. Todos los demás objetos flotaban. Inhelder y Piaget (1985) utilizaron un instrumento similar en sus trabajos, pero con otros objetos (no tenían los objetos A, B ni C, que aquí permiten controlar las variables de peso, volumen y densidad con mayor facilidad). Se le pidió al sujeto que anticipase cuáles de los objetos flotarían o se hundirían y que explicase por qué. Luego,

se colocaron los objetos en un recipiente con agua y se le pidió que explicase para cada objeto por qué flotó o se hundió. El investigador lo confrontó mediante el método clínico-crítico. La explicación causal está en que el agua presiona al objeto sumergido desde todas las direcciones. Mientras más voluminoso sea el objeto, más agua desplazará y tendrá alrededor ejerciéndole presión, por lo que el agua empujará al objeto con mayor fuerza. Si el peso del volumen de agua desplazada es mayor al peso del objeto, entonces el agua ejerce mayor fuerza contra el objeto que este contra el agua y el objeto es expulsado y flota. En este sentido, un objeto flotará en tanto sea menos denso que el líquido en el que está sumergido. Un objeto menos denso desplaza más agua por unidad de peso, por lo que hay más agua disponible para empujarlo.

*Instrumento 3: Conservación de la sustancia y el peso*

Estas son las pruebas clásicas de Piaget e Inhelder (1971). Se presentó al sujeto dos bolas de plastilina idénticas y se le preguntó, luego de modificar una de las bolas alargándola, aplastándola o seccionándola en varios trozos pequeños, si seguía habiendo la misma cantidad de plastilina o de peso en ambas bolas o si una tenía más o menos plastilina o peso que la otra.

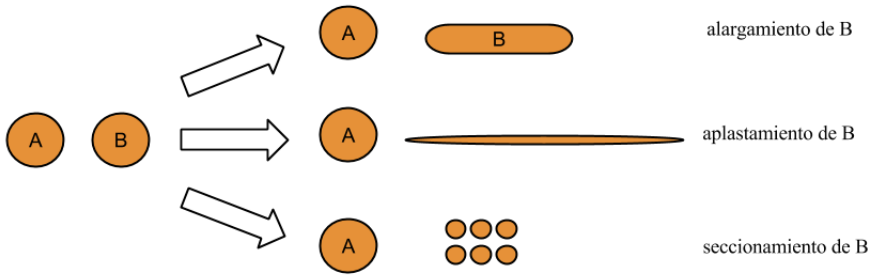


*Figura 3*. Instrumento de conservación de sustancia y peso

En los primeros niveles del desarrollo los sujetos no logran conservar la cantidad de plastilina o el peso y creen que tras el cambio de forma éstos han variado. Sólo tras sucesivas estructuraciones logran conservar estas magnitudes. Debemos señalar que la conservación de la sustancia (la cantidad de plastilina) se logra antes, pues es requisito, que la conservación del peso, por lo que un sujeto que sí conserva la sustancia puede no conservar el peso en el mismo momento de la evaluación (Piaget, Inhelder, 1971).

**Procedimiento**

Los instrumentos fueron previamente sometidos a una aplicación piloto con cuatro estudiantes de la misma institución educativa, dos varones y dos mujeres de entre 14 y 16 años, lo que permitió ajustarlos. Se realizó la aplicación final de cada instrumento en español, de manera individual a un mismo sujeto en un espacio especialmente acondicionado en la biblioteca del colegio. Se presentó primero la prueba del *ascenso del nivel del agua*, luego la prueba de *flotación*, seguidas de las pruebas de *conservación* (primero sustancia y luego peso). Se registró la entrevista con una grabadora de audio, al mismo tiempo que un investigador asistente operaba una cámara de vídeo y tomaba notas en un protocolo. Dado que se trató de escolares, el acceso a la muestra se obtuvo mediante el consentimiento del director de la institución educativa. Todos los participantes accedieron a ser parte del estudio de manera voluntaria y dieron su asentimiento.

**Resultados**

*Secuencia de desarrollo – ascenso del nivel de agua*

Las explicaciones causales elaboradas por los participantes para la prueba del ascenso del nivel de agua reflejan una secuencia de desarrollo similar y explicaciones semejantes a las encontradas en los trabajos de Piaget y colaboradores (Piaget y García, 1973).

Los niveles de explicación que se presentan a continuación están organizados en una secuencia, tomando como *primer nivel* el tipo de respuesta menos compleja encontrada en los participantes del rango de edad de la muestra, por lo que no se señalan ejemplos de niveles más elementales del desarrollo que podrían encontrarse en participantes más jóvenes. La enumeración de los niveles de respuesta no coincide exactamente con la enumeración hecha por Piaget y García (1973), aunque la secuencia de desarrollo sigue la misma dirección. Para cada nivel se adjuntan, a modo de ilustración, extractos de citas tomadas de las evaluaciones. La tabla 2 resume esta secuencia. Debemos señalar de nuevo que, en el curso de la evaluación, algunos sujetos realizaron transiciones a niveles más complejos de pensamiento y descartaron las explicaciones que dieron previamente, por lo que algunas de las citas puestas a modo de ilustración en distintos niveles corresponden al mismo sujeto en diferentes momentos de la evaluación.

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

Tabla 2

*Secuencia de niveles de explicación – ascenso del nivel de agua*

| Nivel de Explicación | Definición |
|---|---|
| Peso | 1) El sujeto piensa que el peso de la botella causa las variaciones del nivel de agua. Predice que un cambio en la cantidad de monedas (peso) de la botella hará variar el nivel. |
| Volumen (parcial) | 2) Considera el espacio ocupado por la botella como causante del ascenso del nivel de agua, pero no descarta que las variaciones de peso tengan una influencia. |
| Volumen | 3) El sujeto comprende que el nivel de agua asciende por efecto del espacio que ocupa la botella. Considera el peso de la botella irrelevante. |

*Explicaciones del primer nivel: peso*

Las explicaciones de este nivel proponen el peso de la botella como el causante del ascenso del nivel de agua. Los sujetos que explican el fenómeno según el peso creen y predicen que los cambios en su magnitud afectarán el nivel que alcanza el agua al insertar la botella (a mayor peso, mayor altura del nivel del agua; a menos peso, menor altura):

(Riv - 18 años, 4º de Secundaria): ***(Tras quitarle monedas a la botella) ¿Adónde crees que llegaría el agua?*** *Llegaría hasta aquí, hasta acá también, creo (más abajo).* ***¿Por qué crees que llegaría hasta ahí?*** *Porque el contenido de adentro lo sacamos, la mitad le quitamos, ¿no?, ahora pesa menos, antes pesaba bastante, ahora pesa poco. […]* ***(Tras poner de nuevo las monedas) ¿Adónde llegaría ahora el agua?*** *Llegaría hasta aquí (señala más arriba).* ***¿Y por qué llegaría ahí de ese modo?*** *Porque contiene más cantidad de peso.*

(Riv - 18 años, 4º): ***¿Y por qué llega hasta ahí?*** *Hasta ahí porque contiene el metal, el metal que pesa. Con la fuerza del peso el agua se eleva. […]* ***(Tras indicar que el agua se eleva por el peso) Tiene más peso, ya...*** *Con el peso,*

*con la fuerza del peso el agua se rebalsa. Claro.* ***¿Qué es lo que hace el peso con el agua? ¿Me puedes explicar?*** *Porque el agua está tranquila, ahí está tranquila, ¿no?, cuando la soltamos [la botella], así, algo que pesa, ¿no?, también el agua, con la fuerza que sueltas se eleva [el agua].*

Pareciera que en este nivel el ascenso del nivel del agua se encuentra indiferenciado en relación a la agitación que el agua experimenta por efecto del impacto de la botella, lo que explicaría que se aluda al peso de esta como la causa del ascenso[6]. Algunas respuestas de este nivel revelan que las explicaciones dadas no se deben a una simple confusión entre lo que significan las palabras "ascenso del nivel del agua" y "agitación del agua" producida por el impacto de un objeto. Así, incluso al comprobar que el nivel del agua no se ve afectado por los cambios de peso en la botella (es decir, los sujetos *ven* que el nivel del agua se mantiene en la misma altura, pues estaba señalado con el marcador en el recipiente), algunos no logran explicar la situación:

(Con – 15 años, 5º): ***(Colocamos la botella en el agua) ¿Hasta dónde llega?*** *Hasta el mismo lugar.* ***¿Por qué crees que llegó al mismo lugar si tiene más peso?*** *...(no responde)*

(Qui – 15 años, 3º): ***¿Que se te ocurre? ¿Por qué si tiene tanto peso ahora se queda igual que antes que tenía menos peso?*** *No tengo idea…*

*Explicaciones del segundo nivel: volumen (parcial)*

En este nivel se supera la indiferenciación entre la agitación del agua producida por el impacto de la botella y el ascenso del agua producido por un desplazamiento según el *volumen* de la botella colocada. Aquí, los sujetos comprenden que, si bien el agua puede elevarse por efecto del impacto, esta finalmente terminará descendiendo a la altura más baja posible. La aclaración dada a continuación por Cca es bastante ilustrativa:

[6] En efecto, un objeto más pesado ejerce una mayor agitación tras impactar con el agua, pero esto no explica el ascenso del nivel del agua, pues éste está determinado por el desplazamiento debido al *volumen* del objeto introducido (la botella). Independientemente de la altura que alcance el agua por el impacto de un objeto, eventualmente esta regresa a su nivel más bajo posible por efecto de la gravedad, siendo dicho nivel determinado por el espacio disponible en el recipiente luego de que el objeto ha sido colocado dentro.

(Cca – 14 años, 4º): ***Si yo ahora le pongo las moneditas de nuevo, ¿adónde se iría el agua?*** *Más arriba.* ***¿Más? ¿Adónde más? ¿Un poquito más?*** *Espérame, no, ya te digo. Como le has puesto más moneditas, como ya tiene peso, el agua con fuerza va subir, pero va llegar al mismo lugar que antes.* ***¿El peso va hacer que suba más o no importa?*** *No, no importa, solo que el agua va a salir un poco, como hacia arriba, pero va a bajar, va a volver a la normalidad, que es esta línea.*

No obstante, en este nivel también se dan oscilaciones entre la explicación según el peso y la explicación según el volumen. Es decir, a pesar de ofrecer una explicación que toma en cuenta el espacio ocupado por la botella (volumen), el mismo sujeto puede dar a una explicación correspondiente al nivel anterior (peso):

(Auc – 17 años, 5º): ***Ahora, tú me dices que cuando esto tiene peso, el peso hace que suba el agua. ¿Cómo hace que suba el agua? ¿Qué hace el peso?*** *Porque ya está adentro, está ocupando espacio en el agua. El peso hace que suba un poco.* ***¿El peso hace diferencia? ¿Importa el peso?*** *No.* ***¿Por qué no importa el peso?*** *Porque igual esta botella va a ocupar el mismo espacio. […]* ***(Un momento después) Si le meto las moneditas de nuevo, ¿a dónde crees que va a subir el agua?*** *Un poco más arriba.*

*Explicaciones del tercer nivel: volumen*

Se observa una explicación basada en el espacio ocupado por la botella en el agua:

(Lil – 16 años, 4º): ***Ya. Vamos a probar: el agua llegó igual. ¿Por qué llega igual si tiene más peso ahora?*** *Antes sí estaba un poco confundida, pero ahora sí estoy bien. Mira, es la misma botella, el mismo peso, pero el mismo espacio está ocupando y no sube de la misma línea, del mismo nivel, pero si pusieras otra cosa, de otro tamaño, sí subiría. No, esto… el peso no.*

Otros sujetos ofrecen, desde el principio de la aplicación, explicaciones que aluden al papel del espacio/volumen como factor explicativo y descartan el papel del peso de manera consistente:

> (Gom – 17 años, 5º): S***i yo le quito parte de su peso, ¿crees que subiría igual o subiría menos?*** *Subiría igual, de igual manera. [...]* ***Si le pongo las moneditas de nuevo, por ejemplo, para que tenga más peso, ¿adónde crees que va a llegar?*** *Al mismo lugar. [...]* ***¿Subiría igual que con estas moneditas adentro?*** *Sí, porque la botella sigue siendo la misma. [...]* ***¿Qué es lo que hacía que el agua subiera?*** *La botella, que ocupa otro espacio...haciendo que el agua suba más arriba.*

*Comparación con el desarrollo de las conservaciones*

Se ha encontrado que, aunque las explicaciones causales dadas en la prueba del ascenso del nivel de agua hacen uso de nociones como peso o volumen, no se da una correspondencia con el desarrollo operatorio de la conservación de esas mismas nociones. Es decir, el que un sujeto explique el ascenso del nivel de agua según el volumen no implica necesariamente que haya desarrollado la conservación del volumen (o el peso)[7]. La tabla 3 resume la comparación entre el desarrollo de las explicaciones del ascenso del nivel de agua y el desarrollo de las conservaciones.

[7] La conservación del volumen no fue evaluada directamente, pero podemos inferir que la conservación del volumen no se logró en todos porque esta solo se puede dar si previamente se ha logrado conservar el peso y la sustancia (Piaget e Inhelder, 1971), lo que no ocurrió en la mayoría.

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

Tabla 3

*Comparación de resultados para ascenso del nivel de agua y conservaciones*

| | Ascenso del nivel de agua | | | Conservaciones |
|---|---|---|---|---|
| **Participante** | **Edad** | **Sexo** | **Explicación predominante** | **Conservación máxima** |
| Riv | 18 | M | peso | sustancia (parcial) |
| Con | 15 | F | peso | (no se aplicó)[8] |
| Auc | 17 | F | volumen (parcial) | peso (parcial) |
| Lil | 16 | F | volumen (parcial) | peso (parcial) |
| Qui | 15 | F | volumen | peso |
| Cca | 14 | M | volumen | peso (parcial) |
| Gom | 17 | M | volumen | sustancia |

Cca, por ejemplo, aunque logra entender que cambiar de posición al objeto (de vertical a horizontal) no alterará el nivel del agua, sí piensa que alterará su peso. Además, en la prueba de la conservación del peso (Piaget, Inhelder, 1971), Cca responde que al cambiar la forma de una bola de plastilina también se producirá una variación en su peso:

> (Cca – 14 años, 4º): ***(Al preguntarle si el nivel del agua subiría igual si se coloca la botella en posición horizontal) ¿Por qué crees que sería igual?*** *Mira, ese lugar que ocupó lo expandió, pero si la volteas [la botella], el mismo lugar va a ocupar. Pero como está haciendo así [voltea la botella], solo variaría en su peso. [...]* ***¿Y si lo ponemos en una balanza? ¿Qué va decir la balanza? ¿Qué es igual o que es diferente?*** *Que es diferente. [...]* ***(Al probar la conservación del peso con plastilina) Si yo, por ejemplo, lo aplano así, ¿tú crees que va pesar igual o va pesar diferente?*** *Va a pesar diferente.* ***¿Por qué va pesar diferente?*** *Porque el peso ya...porque la masa ya no está unida para que pese más y porque le has extendido y la masa o el cuerpo se ha distinguido [distendido] y los pesos se han separado. Si se hubieran juntado, ahí pesaría más.*

[8] Al participante Con no se le pudo aplicar directamente el instrumento 3 por dificultades logísticas.

Por su parte, Lil, aunque explica el ascenso del nivel de agua según el espacio ocupado, no conserva el volumen del objeto y piensa que si se le coloca en posición horizontal ocupará más espacio (y hará que el agua ascienda más):

(Lil – 16 años, 4º): ***¿Y qué te parece si en vez de ponerla así (vertical), la ponemos así (horizontal)? ¿Va a subir igual o va a subir diferente?*** *Un poco va a subir.* ***¿Un poco más? ¿Por qué va a subir un poco más?*** *Porque más espacio va a ocupar.*

El caso más ilustrativo es el de Gom, quien ofrece una explicación del máximo nivel para la prueba del ascenso del nivel del agua (según el espacio, descartando el peso) y que, al mismo tiempo, no logra conservar el peso en la prueba de conservación:

(Gom – 17 años, 5º): ***(Alargamiento de la plastilina B): Si esta de acá [B] yo la alargo así (el investigador alarga B) ¿Cuál va a pesar más? ¿O pesan igual?*** *Va a pesar está [B] un poco más.* ***¿Por qué piensas que va a pesar más?*** *Porque va a estar larga. Como está así distribuida va a tratar de dar un poco más.* ***Entonces, si yo les pusiera en una balanza, este de un lado y este en el otro, ¿estaría así igual o estaría…?*** *Esta [B] trataría de jalar un poco.* ***¿Esta pesaría más? ¿La larga pesaría más?*** *Sí.* ***¿Y si yo la regreso a su forma de pelota?*** *Sería lo mismo.* ***¿Ahí pesarían iguales?*** *Sí. […]* ***(Aplastamiento de la plastilina B): Si agarro a este [B] y le empiezo a aplastar, si le aplasto mucho (se aplasta B), ¿pesan igual o pesan diferente?*** *Pesaría igual.* ***Pesan igual.*** *Así es.* ***¿Por qué piensas que pesan igual?*** *Porque está así tiesa. Como está así se mantiene así, hace que pese igual.* ***Si lo pongo en una balanza, ¿qué va a decir la balanza? ¿Va a ser igual?*** *No, esta [A] va a pesar más.* ***La redonda va a pesar más.*** *Sí.* ***¿Por qué va a pesar más la redonda?*** *Porque va a estar solo en un lugar y va a dar el peso, en cambio [B] está toda estirada así que su peso se aligera.* ***(Seccionamiento de plastilina B): ¿Y si lo empiezo a cortar? (se secciona B en varias pelotitas) ¿Cuál pesa más? ¿Esta de acá [A] o todo esto de acá [B]?*** *Esta [A].* ***¿Por qué pesa más esa?*** *Porque está más junto y hace que pese más y en cambio esta [B] están separadas haciendo que se aligere y van a estar dispersas.* ***Si los pongo***

***en una balanza, ¿cómo sería? ¿Éste [A] estaría más…?*** *Sí porque estaría en un lugar y hace más peso, en cambio esta [B], como están separadas se aligeran.* ***Una vez alguien me dijo que no importa que estuviera así separado, que igual iba a pesar lo mismo porque era la misma plastilina. ¿Tú qué piensas de lo que dice? ¿Tiene razón o no?*** *Depende del material, porque como [B] está separado hace que el peso se aligere tal vez o tal vez quede igual haciendo variaciones, pero sería que este [A] tiene un poco más de peso porque solo está en un lugar, en cambio esta [B] se aligera un poco.*

*Secuencia de desarrollo – Flotación*

Las explicaciones ofrecidas por los participantes para el fenómeno de la flotación coinciden con las encontradas en los trabajos originales de Inhelder y Piaget (Inhelder, Piaget, 1985) y parcialmente con el de Moreno, Sastre, Bovet y Leal (1998). No se encontraron explicaciones de los niveles de menor complejidad (que, en los trabajos originales, corresponden a sujetos bastante menores) ni se obtuvo la explicación del nivel más complejo, según la densidad. En términos generales, se sigue la misma secuencia que en la muestra de los trabajos originales. La tabla 4 resume la secuencia de los niveles de explicación encontrados.

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

Tabla 4

*Secuencia de niveles de explicación - flotación*

| Niveles de explicación | Definición/explicación |
|---|---|
| Peso | 1) El sujeto piensa que los objetos pesados se hunden y los ligeros flotan. No logra explicar casos en los que un objeto pesado flota e incluso afirma que si flota es porque pesa poco. |
| Material | 2) Los objetos flotan o se hunden según su material, que contiene o le da peso a los objetos. Los materiales pesados se hunden (relación directa entre ser pesado y hundirse o ser ligero y flotar) |
| "Gravedad" | 3) El hundimiento o flotación se debe a una propiedad denominada "gravedad", que se relaciona al material, pero sin la relación directa entre peso y hundimiento, lo que permite admitir que un objeto pesado flote. |
| Aire | 4) Los objetos pesados flotan porque están vacíos o tienen aire/oxígeno (aunque no necesariamente contenido al interior del objeto), lo que permite compensar su peso y mantenerlos a flote. Los objetos que se hunden están "llenos". |

*Explicación por el Peso*

En la explicación según el peso, los participantes explican que los objetos se hunden cuando tienen peso y que flotan cuando pesan poco o no tienen peso. Cuando un evaluado anticipa que un objeto se hundirá por ser pesado y, contrariamente a su anticipación, el objeto flota, el evaluado no puede resolver la situación o incluso cambia de opinión y dice que el objeto pesaba poco:

> (Qui – 15 años, 3º): ***Me puedes explicar ¿Por qué se hunde esta?*** *Tiene peso.* ***¿Y por qué tener peso hace que se hunda?*** *No sé… tiene peso y se hunde porque no sé…* ***¿Qué se te ocurre?*** *No tengo palabras para explicar, pero sí se hunde porque tiene peso. Nada más. […]* ***¿Y por qué flota [el alambre]?*** *No tiene peso. […]* ***¿Y qué tal este de acá?*** *Tiene peso y se hunde.*

(Con - 15 años, 5º): ***¿Por qué esta se hunde?*** *Porque tiene peso […]* ***Y por ejemplo esto de acá, ¿por qué se hundiría?*** *Igual también por el peso que tiene.* ***¿Qué es lo que hace el agua, por ejemplo, ahí?*** *No lo trata de sostener, algo así porque tiene un peso o podría ser también por… […]* ***(Sobre la bola de madera) ¿Por qué crees que flotó si es tan pesada? ¿Qué se te ocurre? ¿Por qué te imaginas que está flotando?*** *...(no responde).*

(Riv – 18 años, 4º): ***¿Y qué tal esto de acá (una botella)?*** *Eso sí flota, pues no contiene peso, no siente nada, esto le pones encima del agua y flota, no puede hundirse.* ***(Al preguntarle si sería igual al colocar la botella de costado)*** *Va a flotar, no puede hundirse, ¿con qué peso se va a hundir? […]* ***¿Por qué crees que flota?*** *Contiene poco peso, no contiene mucho como otros, ¿no?, pesa poco pero no puede hundirse mucho. […]* ***(Al refutarse otra predicción) ¿Por qué crees que flotó?*** *Es porque contiene poco peso.*

*Explicación por el Material*

En la explicación según el material, lo que explica la flotación o el hundimiento es el material del que está hecho el objeto. Así, algunos evaluados creen que todo lo metálico se hunde y que la madera o el plástico flotan siempre. Otros apelan al material indicando que contiene o le da peso al objeto (que varía según el material), lo cual se aproxima a la noción de peso específico (peso por unidad de volumen):

(Riv – 18 años, 4º): ***Vamos a probar, se hundió, ¿por qué crees que se hundió? ¿Si pesa tan poquito por qué se hundió?*** *Porque no es descartable [plástico], ¿no?, algo contiene para que se hunda adentro, no sé qué… dentro de esa contiene algo, algo que pesa dentro, para que se hunda dentro.* ***¿Me explicas eso? ¿Cómo que tiene algo adentro?*** *Dentro contiene algo, dentro hay algo puesto, que hace que contenga peso, dentro, al momento que nosotros lo ponemos dentro del agua se hunde. […]* ***Y si esa pelotita, en vez de estar hecho de plástico, estuviera hecha de, por ejemplo, de madera ¿Sería diferente?*** *Sí, sería diferente, porque si es de madera sí puede flotar.* ***¿Por qué la madera flota?*** *Porque contiene poco peso.*

(Lil – 15 años, 5º): ***¿Y por qué se hunde este alambre?*** *Porque es de metal.* ***¿Y si lo estiramos así, por ejemplo? ¿Se va a hundir igual, o va a ser diferente?*** *Lo mismo.* ***¿Por qué lo mismo?*** *Porque es de metal. Obvio que es de metal. Algo hecho de metal, se hunde.* ***¿Siempre?*** *Siempre. Cualquiera que sea de metal. Aunque sea un botón de metal, sí se hunde, pero si es descartable [plástico], no.*

(Gom – 17 años, 5º): ***Este alambre, por ejemplo, ¿por qué crees que se hundiría?*** *Porque es un metal. Cuando tiene contacto con el agua se va al fondo del agua, porque es un material que tiene peso. Se va a hundir.* ***¿Tú crees que sería diferente si lo pongo así [enredado], que si lo pongo así [estirado] por ejemplo?*** *Aunque lo estires se hundiría, porque el material sigue siendo el mismo.* ***Ya. ¿Y estas llaves por qué se hundirían?*** *Porque también son de metal y también tienen peso y en el agua se hundirían. […]* ***Si tuviéramos, por ejemplo, un objeto igual pero en vez de estar hecho de este material estuviera hecho de otro material, ¿flotaría diferente?*** *Sí.* ***¿Por qué flotaría diferente?*** *Por ejemplo en el caso de éste (botella de plástico), si fuera de este material flotaría.* ***¿Y por qué? ¿Por qué esa diferencia?*** *Sería por la composición de que está hecho. Que la composición es diferente, que le da pesos diferentes a cada objeto. […]* ***¿Tú crees que importe el tamaño de los objetos?*** *No.* ***¿Importa su peso?*** *Su peso tampoco, sino la composición o el material.*

Es interesante comparar la insistencia de Lil y Gom en cuanto a que la capacidad de flotar del alambre no varía según su forma, debido a que sigue siendo del mismo material (metal), con el caso de Qui, que no apela al material y piensa que se hundirá al darle otra forma:

(Qui – 15años, 3º): ***Si yo estiro este alambre y lo pongo así.*** *Ya.* ***¿Va a ser diferente?*** *Sí, en la forma que estaba doblada, sí.* ***¿Por qué sería diferente ahora?*** *...* ***¿Si está estirado se hunde o va a flotar?*** *No va a flotar, creo.*

*Explicación por la "Gravedad"*

La explicación según la "gravedad" apareció sólo en un participante, que no hace uso del término en el sentido físico (atracción gravitatoria) sino que parece referirse a una propiedad de los objetos que hace que se hundan. Esta "gravedad" se relaciona con tipos de material (metal, por ejemplo) y con "tener contenido", por lo que se asemeja mucho al nivel anterior. No obstante, diferencia un poco más el material y el peso y permite al sujeto explicar que un objeto pesado flote, mientras que la explicación del nivel anterior supone una relación directa entre el peso dado por el material y el hundimiento (por ejemplo, el metal es un material pesado = hundimiento; la madera es ligera = flotación):

(Lil – 15 años, 5º): ***Y estas llavecitas de metal, ¿por qué se hunden?*** *Porque estas tienen su gravedad y no son como estas, que flotan. O esta, se va de frente al suelo. [...]* ***¿Y por qué se van para adentro los metales?*** *Porque tienen una gravedad, no pueden flotar ellos. Tienen gravedad de irse adentro y no saben flotar.* ***Y esta pelota de acá, ¿flota o se hunde?*** *Esta flota, porque no tiene peso y no hay gravedad, mucha gravedad. Mientras esta sí: cuando lo pones, se va adentro.* ***¿A qué te refieres con qué no tiene mucha gravedad? ¿Me explicas eso?*** *Sí, mira: esto no tiene gravedad, no tiene peso, no tiene nada que sea de metal o de madera. Porque algo de "esto" es como una botella: cuando una botella la pones en el mar, flota, no tiene… poco tiene, pero no tiene mucha gravedad. […]* ***Acá tenemos otra botellita como esta, ¿esta se hunde o flota?*** *Esta se hunde porque tiene peso, sí se va con la gravedad que tiene esta botella, con el contenido que tiene. Mientras tiene el contenido lleno y mucha gravedad, sí se va para adentro. […]* ***(Al ser confrontada con el hecho de que algo pesado flota y algo que pesa menos se hunde) ¿Por qué si pesa tanto flota y esta que pesa menos se hunde?*** *Siempre en una botella o en un par de cosas, siempre tiene la gravedad que tiene. Son diferentes. Aunque tenga mucho peso, pero tiene otra gravedad y flota, pero hay otros que pesan más, pero no flotan.*

ISSN: 1984-1655
Schème
Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas

Esta "gravedad", por otro lado, también impulsa a los objetos y les permite flotar:

(Lil – 15 años, 5º): ***Tú ves que si yo pongo esto acá y lo empujo hasta que toque fondo, se queda en el fondo, pero si yo lo suelto va a subir ¿Por qué sube? ¿Por qué no se queda ahí abajo? ¿Qué es lo que hace que suba?*** *La gravedad que tiene, le impulsa.*

*Explicación por el Aire*

En la explicación según el aire/oxígeno (o el "vacío") los evaluados piensan que los objetos flotan por tener aire o "estar vacíos", mientras que otros se hunden por "estar llenos" (acercándose más a la noción de densidad). El aire/vacío permite compensar el peso que tienen los objetos:

(Gom -17 años, 5º): ***Y por ejemplo esta (botella)...*** *Este se hundiría pero no mucho, solo encima y esta parte estaría flotando.* ***¿Por qué sería así? ¿Por qué no se hundiría mucho?*** *Porque dentro de ella hay un poco de oxígeno atrapado, que está sellado en la botella que flota encima. Pero se hundiría hasta la mitad, pero no mucho. […]* ***(Tras indicarle que un objeto flota hasta cierto nivel, con una parte bajo el agua) ¿Por qué se queda hasta ahí nomás? ¿Por qué no es diferente?*** *Porque el peso está aligerando hasta aquí nada más. El peso un poco hace que se hunda, un poco. Y el oxígeno que tiene también lo aligera para arriba, haciendo que no se hunda.*

El aire (o el vacío), no obstante, no necesariamente está contenido al interior del objeto. Así, Auc piensa que si le da forma cóncava a una bola de plastilina logrará hacerla flotar porque empezaría a tener aire, aunque no cambie su peso:

(Auc – 17 años, 5º): ***Si tú le cambias de forma, ¿va a pesar igual o va a pesar lo mismo?*** *Va a pesar lo mismo.* ***Si pesa lo mismo, ¿por qué crees que flotaría convirtiéndolo en esto (barquito)? ¿Por qué crees que se quedó arriba (flotó)?*** *Porque ya está empezando a ocupar el aire.* ***¿Cómo?*** *Porque empieza a tener aire.* ***A tener aire. ¿Cómo?*** *Como está, así de esa forma.*

Si bien es cierto que en forma de "barquito" la plastilina sí puede flotar, no se debe a que "tenga aire" (que de hecho no está contenido en la plastilina ni separado del resto del aire de la estancia, como sí es el caso del aire en un frasco sellado) sino por el hecho de que la forma cóncava permite a la plastilina desplazar mayor cantidad de agua y generar mayor empuje sin modificar su peso.

**Discusión y Conclusiones**

En el presente trabajo se ha explorado el desarrollo de las explicaciones causales en torno a los fenómenos del ascenso del nivel de agua y la flotación. Los datos obtenidos muestran una secuencia en el desarrollo, para la prueba del ascenso del nivel de agua, que se asemeja a la secuencia original de los trabajos de Piaget y colaboradores (Piaget y García, 1973). Para el caso de las explicaciones de la flotación, también se ha encontrado una secuencia de tipos de explicación similar a la de los trabajos de Inhelder y Piaget (1985). La secuencia original era: **IA**: no se da una explicación general. **IB**: El sujeto ensaya explicaciones múltiples pero contradictorias entre sí (según peso, tamaño, etc.). **IIA**: se explica según el material. **IIB**: Se explica según que el objeto esté "lleno" o tenga "aire". **III**: se explica según coordinación de peso y volumen (densidad). También hay coincidencias con el trabajo de Moreno, Sastre, Bovet y Leal (1998)[9]. La secuencia de Moreno *et al* (1998) era: **Modelo Peso**: los objetos pesados se hunden y si flotan es que no pesan lo suficiente. **Modelo Forma**: la disposición del material (su forma) causa que se hundan o floten. **Modelo Aire**: la presencia de aire causa la flotación y su ausencia el hundimiento. **Modelo de contraposición entre fuerzas**: la flotación se da cuando alguna fuerza inherente al agua es superior a alguna fuerza inherente al cuerpo; el hundimiento cuando se da al revés. **Modelo densidad**: los objetos flotan cuando el peso del volumen de agua que desplazan es mayor a su propio peso.

Que se presenten secuencias semejantes en una muestra de un contexto sociocultural diferente al de los trabajos originales sirve de apoyo para la validez de la

[9] A diferencia nuestra, ellas usaron dos pedazos de plastilina para indagar sobre la flotación, de los cuales uno en forma de bola se hundía y otro en forma cóncava ("barquito") flotaba. A raíz de esto, su secuencia muestra un tipo de explicación según la *forma* pero no muestra una explicación según el *material*, pues no había otro material más que la plastilina. Nuestro caso es el opuesto: ningún objeto (salvo el alambre) cambiaba de forma pero sí teníamos diversos materiales, por lo que no hallamos explicaciones según la forma pero sí según el material.

teoría Piagetiana en el tema de la causalidad, al menos en lo concerniente a los fenómenos físicos tratados.

La convergencia en el desarrollo de las explicaciones causales en los mismos fenómenos físicos por parte de grupos sociales y culturales distintos puede explicarse, en parte, como una manifestación del proceso de *equilibración* que regula la construcción de nuevos conocimientos y el desarrollo de la inteligencia en general (Müller, Carpendale y Smith, 2009). En la medida en que el ser humano intenta asimilar un mismo fenómeno físico, que se rige por leyes universales independientes del medio social o cultural y, dado que el desarrollo de la inteligencia y el conocimiento se rigen por leyes biológicas comunes a todas las personas (Piaget, 1972; Messerly, 1996), las posibles explicaciones ofrecidas para un mismo fenómeno físico, si bien podrían ser diversas y verse influenciadas por las cosmovisiones locales, tenderán hacia la misma dirección. Sólo así pueden lograrse explicaciones consistentes y cada vez menos contradictorias, es decir, explicaciones que tiendan hacia niveles crecientes de equilibrio. Esto no implica que todas las personas en todos los contextos logren ofrecer las mismas explicaciones en el mismo momento de su historia individual o colectiva. Se necesitan de otros factores, además de la tendencia a la equilibración -como la *maduración* del sistema nervioso, la *experiencia* disponible y el medio *social/cultural* (Piaget, 1973)- para poder explicar los ritmos y matices del desarrollo de los conocimientos. Lo que queremos decir es que, en la medida en que se den ciertas condiciones que faciliten que las personas puedan experimentar, discutir e intentar explicar un mismo fenómeno del mundo físico, se podrá observar una dirección común y convergente, una dirección hacia una mayor complejidad y una mayor superación de contradicciones. Dada la similitud de las respuestas encontradas con las de los trabajos originales, es factible suponer que el medio social al que pertenecen los sujetos de la muestra cuenta con las condiciones necesarias (disponibilidad de materiales, oportunidades para jugar/experimentar, etc.) para que ocurra el desarrollo de las explicaciones causales de los fenómenos físicos en cuestión.

En cuanto a las relaciones entre el desarrollo de las operaciones y el desarrollo de las explicaciones causales, hemos podido ver en los resultados que no se trata de una relación de correspondencia estricta, en el sentido de que no es lo mismo entender

el papel causal del peso o del volumen que tener nociones de conservación de los mismos. En otras palabras, comprender la manera en que el peso o volumen pueden producir efectos en la realidad no implica comprender que el peso o el volumen de un objeto se conservan a pesar de cambios en su apariencia (ni viceversa). Piaget y García (1973) mencionan que los dominios de la causalidad y las operaciones están interrelacionados en su desarrollo y que se potencian mutuamente, pero que, no obstante, son distintos entre sí. Ese "mutuo potenciamiento", según nos muestran los datos recopilados, no parece ser un proceso automático ni generalizado a todos los aspectos de un fenómeno. En otras palabras, los progresos en un dominio no necesariamente van a acarrear un progreso (o al menos no un progreso de la misma magnitud) en el otro dominio. Para explicar estas diferencias es necesario remitirnos a los instrumentos utilizados. Una posibilidad es que las diferencias de desempeño en ambos instrumentos por parte del mismo sujeto se deban a que éstos apuntan a aspectos diferentes del mismo fenómeno. El instrumento de conservación del peso, por ejemplo, apunta a la comprensión por parte del sujeto de que el peso no varía a pesar de alteraciones perceptibles de la forma de la plastilina, mientras que el instrumento del ascenso del nivel de agua apunta a la comprensión de que las variaciones en el peso no inciden en el ascenso del agua. El instrumento de conservación alude a la independencia entre los cambios perceptibles de forma y los cambios de magnitud del peso (es decir, la plastilina mantiene su peso sin importar la forma que se le dé) mientras que el instrumento del ascenso del nivel de agua alude a cambios de forma (cantidad perceptible de monedas) que *sí* llevan a un cambio de magnitud del peso. El instrumento de conservación requiere diferenciar entre la forma perceptible del objeto y la magnitud de su peso mientras que el instrumento de causalidad no requiere esta diferenciación. Entonces, las diferencias de desempeño entre instrumentos puede deberse a que los sujetos que han mostrado un desempeño de mayor nivel en de causalidad y no en el de conservación hayan tenido más oportunidades para experimentar con fenómenos causales relacionados con el agua y los objetos, no ocurriendo lo mismo en cuanto a su oportunidad para experimentar con cambios de forma en objetos que no van acompañados de un cambio de magnitud, no logrando, por lo tanto, diferenciar entre ambos.

En cuanto a las implicancias de los resultados obtenidos, podemos resumirlas de la siguiente manera: 1) El hecho de que un fenómeno del mundo implique en su funcionamiento un factor determinado (como el peso o el volumen) no garantiza que el conocimiento de todos los aspectos del mismo factor (por ejemplo, la conservación del peso vs. su papel como factor causal de un desplazamiento de agua) vaya a desarrollarse con la misma complejidad. Por ello es necesario que en el diseño de procesos pedagógicos se tomen en cuenta de manera explícita los diferentes aspectos de un mismo fenómeno, así como las diferentes relaciones existentes entre esos aspectos y otros fenómenos, para asegurar que éste pueda ser comprendido por los alumnos en la totalidad de sus aspectos. 2) Es necesario identificar las condiciones del medio social y físico que pueden favorecer el desarrollo del conocimiento en el ámbito causal, de modo que nuestra comprensión acerca de la "convergencia" observada en el desarrollo del conocimiento en medios sociales diferentes pueda ser sustentada y explicada con datos más específicos. Sabemos que los participantes de este estudio han tenido las condiciones necesarias para desarrollarse hasta donde lo han hecho, pero no está claro si estas condiciones son dadas por la institución educativa, por su medio social o por ambos contextos (o algo más). Identificar esto permitiría conocer mejor el proceso de desarrollo de estos adolescentes y, eventualmente, equipar a las instituciones educativas con mejores condiciones de intercambio para promover el crecimiento cognitivo de sus estudiantes. 3) Si bien se ha encontrado una convergencia en el desarrollo del conocimiento de los fenómenos evaluados, esto no necesariamente implica que esta se vaya a extender a todos los dominios del conocimiento. Los fenómenos físicos se rigen por las mismas leyes en todas partes (la gravedad acelera los cuerpos de manera proporcional a la distancia entre los objetos, los cuerpos menos densos que el agua flotan en ella, los eclipses ocurren con cierta regularidad, por ejemplo), por lo que es esperable que, en un intento por comprenderlos, se lleguen a conclusiones similares en diferentes contextos sociales y culturales. Así, la ciencia china hizo desarrollos en matemáticas (por ejemplo, su propio "teorema de Pitágoras") y física (estudios sobre el magnetismo, la óptica, etc.) de manera independiente a occidente (García, 2000). Sin embargo, en el caso del desarrollo del conocimiento de otro dominio, por ejemplo, el sociológico, podría no presentarse esta convergencia -o no en el mismo grado-, pues los fenómenos relacionados a lo social pueden verse afectados por factores históricos, ecológicos, geográficos, etc., que pueden alterar su naturaleza,

mientras que los fenómenos físicos (gravedad, momentum, energía, electricidad, etc.) no se ven afectados por esos factores del mismo modo. En otras palabras, si bien es factible esperar que dos grupos sociales diferentes y desconectados -o poco conectados- entre sí desarrollen una física similar, no necesariamente sería factible esperar que construyan –por ejemplo- una sociología similar. 4) Dado que las explicaciones causales evaluadas en el presente trabajo son coherentes con los datos y la teoría piagetiana, pensamos que es factible apoyarse en las conclusiones de los trabajos originales de Piaget y colaboradores para informar los procesos pedagógicos y las políticas educativas de los contextos sociales evaluados.

En conclusión, si bien se trata de una muestra pequeña y focalizada, pensamos que el presente estudio ha permitido obtener evidencia a favor la validez de la secuencia de desarrollo del conocimiento de algunos fenómenos físicos en el dominio de las explicaciones causales. También podemos concluir que el desarrollo de nociones operatorias (como la conservación) y causales no necesariamente se da de manera simultánea para diferentes aspectos del mismo fenómeno (peso o volumen), aunque esto no implica necesariamente que el dominio de las operaciones y la causalidad estén inconexos entre sí. Esto último requiere de mayor investigación que permita ahondar más en la naturaleza de las relaciones entre los dominios mencionados.

## Referencias

ADJEI, K. Influence of specific maternal occupation and behavior on Piagetian cognitive development. En: DASEN, P. (Ed.). *Piagetian psychology: Cross-cultural contributions.* New York: Gardner Press, 1977.

BOVET, M. Cognitive processes among illiterate children and adults. En: Berry, J.; Dasen, P. (Eds.). *Culture and cognition: Readings in cross-cultural psychology.* London: Methuen, 1974.

BRUNER, J. *Studies in cognitive growth.* New York: John Wiley, 1966.

DASEN, P. The cross-cultural study of intelligence: Piaget and the Baoulé. *International Journal of Psychology*. n. 19, p. 407-434 , 1984.

DESROCHERS, S. La causalité physique chez l'enfant: faut-il abandonner les idees de Piaget? *Archives de Psychologie*. n. 71, p. 25-47, 2005.

DUCRET, J.J. *Methode clinique-critique Piagetienne.* Genève: Service de la Recherché en Education, 2004.

GARCÍA, R. *El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa, 2000.

GOTTRET, G. Estructuras cognitivas y afectivas de madres y niños andinos. *Educación, Lengua y Cultura.* v. 1, n. 1, p. 18-23, 1994.

GREENFIELD, P. Cross-Cultural research and piagetian theory: paradox and progress. En: RIEGEL, K.F.; MEACHAN, J.A. (Eds.). *The developing individual in a changing world. Vol 1 – Historical and cultural issues*. The Hague: Moutor, 1976.

GREENFIELD, P. You can't take it with you: why ability assessments don't cross cultures. *American Psychologist.* n. 52, p. 1115-1124, 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. *Manual del empadronador*. Lima: INEI, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. *Censos Nacionales de Población y Vivienda*. Lima: INEI, 2007.

INHELDER, B.; PIAGET, J. *De la lógica del niño a la lógica del adolescente.* Barcelona: Paidós, 1985.

LAURENDEAU-BENDAVID, M. Culture, schooling, and cognitive development: A comparative study of children in French Canada and Rwanda. En: DASEN, P. (Ed.), *Piagetian psychology: Cross-cultural contributions.* New York: Gardner Press, 1977.

MESSERLY, J. *Piaget's Conception of Evolution.* Rowman & Littlefield Publishers, 1996.

MEZA A.; SIRLOPÚ D. La investigación psicológica peruana en temas piagetianos. En: THORNE, C. (comp.). *Piaget entre nosotros.* Lima: PUCP, 1977.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. Lima: Minedu, 2009.

MORENO, M.; SASTRE, G.; BOVET, M.; LEAL, A. *Conocimiento y cambio. Los modelos organizadores en la construcción del conocimiento*. Buenos Aires: Paidós, 1998.

MÜLLER, U.; CARPENDALE, J.; SMITH, L. (Eds.). *The Cambridge Companion to Piaget*. New York: Cambridge University Press, 2009.

OPPER, S. Concept development in Thai urban and rural children. En: DASEN, P. (Ed.), *Piagetian psychology: Cross-cultural contributions*. New York: Gardner Press, 1977.

PAZ, W. (2004). Aproximaciones a la inteligencia del niño andino a través de Piaget. *Boletín IFP*. v. 2, n. 8, 2004.

PIAGET, J. La causalité physique chez l'enfant. Paris: Alcan, 1927.

PIAGET, J. Need and significance of cross-cultural studies in genetic psychology. *International Journal of Psychology*. v. *1, n. 1, p.* 3–13, 1966.

PIAGET, J. *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Madrid: Aguilar, 1972.

PIAGET, J. *El desarrollo de la noción de tiempo en el niño*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1978.

PIAGET, J. La causalité chez l'enfant. *British Journal of Psychology.* v. 100, n. 1a, p. 207-224, 2009.

PIAGET, J.; BUNGE, M.; HALBWACHS, F.; KUHN, T.; ROSENFELD, L. *Las teorías de la causalidad.* Salamanca: Sígueme, 1977.

PIAGET, J.; GARCÍA, R. *Las explicaciones causales*. Barcelona: Barral, 1973.

PIAGET, J.; INHELDER, B. *El desarrollo de las cantidades en el niño*. Barcelona: Novaterra, 1971.

PIAGET, J.; INHELDER, B. *Psicología del niño*. Madrid: Morata, 2007.

PRICE-WILLIAMS, D. R. A study concerning concepts of conservation of quantities among primitive children. *Acta Psychologica.* n. 18, p. 297–305, 1961.

REÁTEGUI, N. *Estructuras cognitivas y afectivas de madres y niños andinos*. La Paz: Unicef y Min. Planeamiento y coordinación, 1990.

SÁNCHEZ-PARGA, J. *Aprendizaje, Conocimiento y comunicación en la comunidad andina*. Quito: CAAP, 1988.