

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/362754684>

# Nuevas aproximaciones al test de Lawson: un análisis desde las teorías piagetianas y la neurociencia

Article in *Formacion Universitaria* · August 2022

DOI: 10.4067/S0718-50062022000400021

CITATIONS

0

READS

10

3 authors, including:



Mauricio Echiburu

Universidad de Viña del Mar

11 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Chenda Ramirez

Universidad de Viña del Mar

12 PUBLICATIONS 69 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Futbol [View project](#)



Modelo de Vinculación y Gestión Intersectorial de innovación social para la inclusión [View project](#)

## Nuevas aproximaciones al test de Lawson: un análisis desde las teorías piagetianas y la neurociencia

Mauricio A. Echiburu<sup>1</sup>, Chenda F. Ramirez<sup>2</sup> y Soraya P. Mora<sup>3,4</sup>

(1) Escuela de Ciencias, Universidad Viña del Mar, Viña del Mar, Chile (correo-e: mechiburu@uvm.cl)

(2) Centro Regional de Inclusión e Innovación Social, Universidad Viña del Mar, Viña del Mar, Chile.  
(correo-e: chenda.ramirez@uvm.cl)

(3) Facultad de Medicina y Ciencia, Universidad San Sebastián, Región Metropolitana, Chile.

(4) Laboratorio de Biología Computacional, Fundación Ciencia y Vida, Santiago, Región Metropolitana, Chile.  
(correo-e: soraya.paz.mora@gmail.com)

*Recibido Ene. 7, 2022; Aceptado Mar. 9, 2022; Versión final Abr. 5, 2022, Publicado Ago. 2022*

---

### Resumen

Este estudio explora los niveles de razonamiento de alumnas y alumnos de primer año de educación superior. Para medir el razonamiento y detectar la etapa de desarrollo del pensamiento, se aplica la prueba de Lawson a 2131 estudiantes de dos universidades de Chile y de una universidad en Perú. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes medidos de la Universidad de Piura y de la Universidad de la Serena presentan un nivel de pensamiento entre el desarrollo de transición temprana y pensamiento concreto, y la mayoría de los estudiantes de la Universidad Viña del Mar presentan pensamiento concreto. Siendo el mejor desempeño en el ítem de conservación de masa. También se observa una diferencia consistente entre hombres y mujeres en la conservación de volumen e identificación y control de variables. En conclusión, se evidencia una asociación entre neurociencia y los niveles de razonamiento planteados por Piaget, por lo que se recomienda su uso, principalmente en primer año.

*Palabras clave: razonamiento; pensamiento lógico; educación superior; teoría piagetiana; neurociencias*

## New approaches to Lawson's test: an analysis from Piagetian theories and neuroscience

### Abstract

The present study seeks to explore the levels of reasoning among first year higher education students. To measure reasoning and detect the stage of thought development, the Lawson's test is applied to 2131 first-year university students from two universities in Chile and from one university in Peru. The results show that most students at both the Piura University and the La Serena University present a level of thinking that is located between early transition development and concrete thinking, while the majority of students at Viña del Mar University displayed concrete thinking. The best performance is observed in the item of mass conservation. There is also a consistent difference between men and women on volume conservation and identification and on control of variables. In conclusion, there is evidence of a link between neuroscience and the reasoning levels stated by Piaget, hence their application is recommended, but mainly for first year higher education.

*Keywords: reasoning; logical thinking; higher education; Piagetian theory; neurosciences*

## INTRODUCCIÓN

A mediados de los años ochenta, aún se planteaba que los únicos requerimientos necesarios para que los estudiantes universitarios tuvieran éxito en cursos de ciencias y matemáticas era poseer un coeficiente intelectual adecuado a su nivel cultural y tener un efectivo conocimiento de la matemática operativa, generando esto una tasa de éxito académico insuficiente y elevadas tasas de abandono en los cursos. Dichas características se han mantenido hasta nuestros días, principalmente en cursos de enseñanza tradicional de ciencias y matemáticas, que utilizan clases expositivas centradas en el profesor, con trabajos, en su mayoría individuales, con escasa experimentación y en donde se privilegian los contenidos por sobre la profundización (Pérez de Landazábal, 2011). Para cambiar este paradigma, varios autores han indagado en la comprensión de los conceptos científicos por parte de las y los estudiantes que inician carreras universitarias de ciencias (Coletta y Steinert, 2020). Asimismo, las evaluaciones como PISA y TIMSS recomiendan también poner atención en la comprensión de los conceptos científicos (Rivas, 2015).

Estas carencias en la comprensión de conceptos básicos en cursos introductorios de ciencias y matemáticas universitarias, se relacionan con la capacidad de razonamiento cualitativo, es decir, las y los estudiantes son capaces de definir y aplicar un concepto a la resolución de problemas cuantitativos, pero muestran mayor dificultad cuando deben razonar sobre dichos conceptos en otras situaciones. Es por ello, que se debe dar importancia a la comprensión de los conceptos y también a la adquisición de habilidades de pensamiento científico (Alshamali y Daher, 2016) y de razonamiento entendidas como el proceso de organizar principios y evidencia para generar nuevas conclusiones (Lee y She, 2010). Habitualmente, en cursos tradicionales con clases frontales, el proceso de resolución de problemas contribuye poco a que los estudiantes desarrollen el razonamiento científico, llevando a que los alumnos creen que resolver un problema es encontrar y aplicar la fórmula adecuada que solucione la situación presentada. Esto ha generado que el razonamiento sea deductivo, con escaso compromiso del estudiante en procesos de abstracción que lo lleven a pensamientos más inductivos. En este sentido, se asume que, en la enseñanza tradicional de las ciencias y las matemáticas, los estudiantes de primeros años universitarios son pensadores formales (Piaget, 1970) y poseen habilidades de razonamiento hipotético-deductivo (Gutiérrez, 1984).

Diversos estudios muestran que la etapa formal de pensamiento es alcanzada por menos de un 50% de los estudiantes de primeros años universitarios (Khoirina, 2018), lo que explica en parte, el fracaso académico en los primeros cursos, sin dejar de incluir los factores motivacionales y de preparación académica previa. Al analizar diferentes variables que permitan definir la validez predictiva de estas en el rendimiento académico, se observó que el razonamiento es un mejor predictor que los conocimientos previos de los estudiantes (Ates y Cataloglu, 2007; Coletta y Phillips, 2005), esto demuestra que las y los estudiantes que se encuentran en niveles concretos de razonamiento difícilmente son capaces de comprender contenidos más formales. Gracias a los avances neurocientíficos en métodos de imágenes que permiten observar el funcionamiento del cerebro, se ha planteado un nuevo paradigma neo piagetiano que relaciona la teoría del desarrollo cognitivo propuestas por Piaget con el desarrollo de las funciones ejecutivas producto del desarrollo de la corteza prefrontal (Bolton y Hattie, 2017). Piaget (1970) planteó el concepto de estados discretos del desarrollo cognitivo con el objetivo de explicar los mecanismos y procesos por los cuales el niño se desarrolla como un individuo que puede razonar y pensar; en este sentido, Piaget plantea que el desarrollo cognitivo se da producto de una reorganización progresiva de los procesos mentales que se producen debido a la maduración biológica y la experiencia ambiental.

Estos estados se encuentran divididos en cuatro fases dependientes de la edad: el sensoriomotor, donde el niño es incapaz de separar pensamiento de acción; luego surge el pre operacional que desarrolla el pensamiento simbólico; seguido de el concreto operacional, que desarrolla el principio de conservación, es decir, el niño es capaz de comprender que la cantidad de un objeto es independiente de la forma o el volumen en el que se encuentre contenido; y finalmente el estado de operación formal, que se caracteriza por el desarrollo del pensamiento abstracto y pensamientos hipotéticos.

En cuanto a la funciones ejecutiva (EF), queda entendida como el desarrollo de procesos cognitivos como: la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, el control atencional, planificación, la formación del concepto y con el desarrollo de aspectos emocionales que tuvo el niño durante su crecimiento. Este desarrollo permitiría que el individuo regule diferentes funciones cognitivas relacionadas a pensamientos y comportamiento para la ejecución de una tarea en específico (Larsson et al, 2014). En particular, las EF se encuentran divididas en tres elementos: inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva (Diamond, 2006), las cuales se van desarrollando acorde a la maduración de la corteza prefrontal (CPF) (García Molina et al, 2009). Si analizamos los períodos de maduración de CPF, es posible observar que coinciden con los 4 estados del desarrollo cognitivo Piagetianos como se describe a continuación (fig.1):

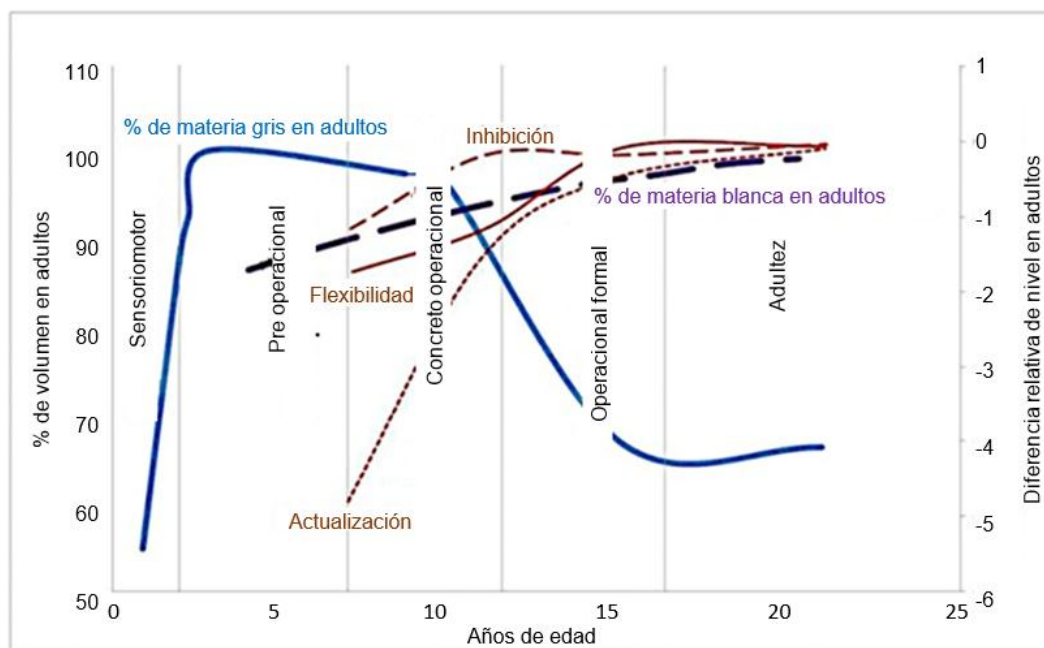


Fig. 1. Cambios relacionados con la edad en los componentes de las funciones ejecutivas, materia gris de la corteza prefrontal (azul), materia blanca de la corteza prefrontal (violeta). Adaptada de Bolton y Hattie, 2017.

El estado sensoriomotor es desarrollado entre el nacimiento y los 2 años, y se puede ver que coincide con el desarrollo del período de inhibición de la EF, en el cual existe un incremento en la densidad dendrítica y conectividad de la CPF (Espy y Bull, 2005). En la etapa pre operacional, comprendida entre los 2 a 7 años, se comienza a desarrollar la EF de actualización y cambio, lo que coincide con un incremento en la densidad de la materia gris en CPF (Moriguchi y Hiraki, 2013). En el estado concreto operacional, comprendido entre los 7 a 11 años, es donde se presenta el período máximo de actualización y cambio de la EF y en el cual la CPF alcanza un nivel máximo de materia gris, para posterior a esta etapa comenzar a decaer, pero la materia blanca continúa en incremento (Huizinga et al., 2006). Finalmente, la etapa operacional formal, que va de los 11 a 16 años, coincide con la etapa de actualización de EF, la cual llega a su máximo nivel alrededor de los 16 años de edad, y en donde la materia gris de la CPF disminuye hasta alcanzar la adultez mientras que la materia blanca continúa en incremento (Vijayakumar et al., 2014).

En definitiva, considerando lo expuesto sobre las habilidades cognitivas alcanzadas por los estudiantes previo al ingreso a la universidad y analizando esto desde una mirada neurocientífica, es que se puede plantear que no es recomendable diagnosticar a los estudiantes que ingresan a la universidad solo bajo parámetros del conocimiento previo que posean. Se hace necesario también, evaluar sus destrezas y desarrollo científico-cognitivo. Es por ello, que este artículo buscó identificar si efectivamente los estudiantes de primer año universitario se encuentran en el nivel de razonamiento esperado, analizó los resultados en el desarrollo cognitivo de los estudiantes en dos universidades chilenas y en una universidad peruana, y categorizó a los estudiantes bajo los parámetros medidos utilizando la prueba de razonamiento científico de Lawson.

## OTROS ANTECEDENTES

A través de entrevistas a niños, Piaget (1954) establecía tareas en que los participantes debían realizar operaciones mentales. Este fue el primer método de evaluación de niveles de razonamiento. Sin embargo, este tipo de estrategia no ha sido eficiente y ha debido adaptarse a los tiempos actuales en los que se requiere evaluar gran cantidad de estudiantes en corto tiempo. Para solucionar este inconveniente, es que se han diseñado pruebas escritas que permiten determinar los niveles de razonamiento de un gran número de estudiantes. Entre las distintas evaluaciones diseñadas para medir el razonamiento, podemos encontrar el test de Lawson (Lawson, 1995), que es una prueba de lápiz y papel diseñada para evaluar la capacidad de razonamiento de acuerdo con las propuestas piagetianas (Inhelder y Piaget, 1958) en los aspectos de conservación de magnitudes físicas, pensamiento de proporcionalidad, identificación y control de variables, pensamiento probabilístico, pensamiento combinatorio y pensamiento correlacional. Esta prueba está validada para su uso en aula (Coletta y Phillips, 2005) y presenta doce preguntas cuyas respuestas son de opción múltiple, en donde cada pregunta es pareada, es decir, consta de una pregunta para la respuesta correcta y otra pregunta con la correspondiente justificación a la respuesta anterior. De esta forma, sólo se considera correcta una pregunta cuando la respuesta y su justificación son correctas, pudiendo así, sacar de la muestra las respuestas aleatorias de parte de las y los estudiantes. En la tabla 1 se detalla la capacidad evaluada en cada ítem de la prueba de Lawson.

Tabla1. Capacidades evaluadas en cada pregunta de la prueba de Lawson.

Número de la pregunta	Capacidad evaluada
1-2	Conservación de masa
3-4	Conservación de volumen desplazado
5-6	Pensamiento de proporcionalidad
7-8	Pensamiento avanzado de proporcionalidad
9-10	Identificación y control de variables
11-12	Identificación y control de variables avanzada
13-14	Identificación y control de variables, pensamiento probabilístico
15-16	Identificación y control de variables, pensamiento probabilístico avanzado
17-18	Pensamiento probabilístico
19-20	Pensamiento probabilístico y proporcional
21-22	Pensamiento correlacional y probabilístico
23-24	Pensamiento combinatorio

Dependiendo del número de aciertos en la prueba, podemos clasificar a los estudiantes en tres niveles de razonamiento científico (Inhelder y Piaget, 1958): pensamiento empírico-inductivo o concreto (C) (0 a 4 aciertos); pensamiento en transición o formal (TF) (5 a 8 aciertos); y pensamiento hipotético-deductivo o post-formal (PF) (9 a 12 aciertos). En el primero (C), los estudiantes no son capaces de testear hipótesis involucrando agentes causales observables, pueden llevar a cabo experimentos mentales, pero las operaciones que usan son concretas, se relacionan directamente con objetos y no con hipótesis verbalizadas. El segundo (TF), se subdivide en dos niveles: niveles de transición temprana (Early Transition: ET) (5 a 6 aciertos) y transición última (Last Transition: LT) (7 a 8 aciertos). Aquí, los estudiantes están en transición de un nivel a otro, por lo que son inconsistentes en cuanto a poder formular y testear hipótesis, sea con objetos que estén o no estén observando (Ates y Cataloglu, 2007). En el tercer nivel (PF), los estudiantes son capaces consistentemente de formular y probar hipótesis con entidades que están observando. En esta línea, se plantea que las y los estudiantes que son capaces de responder en forma correcta la pregunta 12, la cual requiere un pensamiento hipotético-deductivo que permita formular y testear hipótesis con entidades que no están observando, están en un nivel llamado post-formal. Aunque en la actualidad, ya se considera superado el enfoque de aprendizaje puramente piagetiano (Pozo et al., 2006), la evaluación diseñada por Lawson ha permitido medir específicamente los niveles de razonamiento científico que presentan los diferentes estudiantes, siendo esto esencial para analizar la comprensión y avance de ellos en áreas científicas.

Novia, Syamsu y Riandi (2018) indagaron en las diferencias de género en el razonamiento científico relevando que en algunas investigaciones los hombres y mujeres muestran diferentes perfiles de razonamiento científico (Spelke, 2006). Al desarrollar la comparación por género, se muestra que el razonamiento científico resultante y en específico en el ámbito de resolución de problemas que realizan los hombres, presenta un mejor desempeño que en las mujeres. Los hombres pueden encontrar, construir y utilizar teorías sobre aspectos del razonamiento científico mejor que las mujeres, del mismo modo, los hombres se desempeñan mucho mejor que las mujeres en el razonamiento probabilístico (Novia, 2018; Valanides, 2000). No obstante, es importante destacar que dicha diferencia puede deberse por las brechas de género en educación y falta de oportunidades para el aprendizaje de competencias para las matemáticas y la ciencia presentes a lo largo de todo el ciclo de vida de las mujeres, donde se reproducen estereotipos de género que hacen que ciertas profesiones se categoricen como masculinas y femeninas. En contraposición a los resultados presentados por Young y Fraser (1994) otros estudios relacionados con el género plantea que no hay diferencias significativas en el desempeño entre hombres y mujeres en la prueba de razonamiento de Lawson (Al Zoubi et al, 2009; Valanides, 2000).

## METODOLOGÍA

Para el logro del objetivo general se ha optado por un estudio descriptivo (Cohen et al, 2017). La recogida de datos se aplicó a comienzos de los períodos lectivos de los años 2016, 2017 y 2018 la prueba de Lawson en la Universidad Viña del Mar (UVM-Chile), Universidad de La Serena (ULS-Chile) y la Universidad de Piura (UDEP- Perú) respectivamente. En esos tres años se evaluó a un total de 2131 estudiantes de primer año. En todos los casos, se entregó a cada estudiante un facsímil con las preguntas y una hoja de respuestas de alternativas, que se encontraba previamente preparada para su posterior digitalización. Además, a todos los estudiantes se les indicó que no omitieran respuestas, ya que la omisión de alguna pregunta invalida las respuestas.

La muestra total consta de 2131 estudiantes de tres universidades, donde la Universidad Viña del Mar evaluó a 1405 estudiantes. Debido a que se realizó el test en la semana de inducción de la universidad a todos los estudiantes de primer año que asistieron a dicha actividad voluntaria, la muestra no es seleccionada y por ello

se tiene información de las carreras del área de salud, comunicaciones, pedagogías, ingenierías, negocios, ciencias sociales y ciencias agropecuarias. Es decir, se obtuvieron registros de todas las carreras de régimen diurno de la UVM, cubriendo un 71% de la matrícula de primer año del año 2016. La prueba, se realizó en formato papel y en horarios comunes para cada carrera, por lo que los posibles efectos sobre los resultados, de la hora del día en que fue tomada la evaluación, afectan de igual manera a grupos de la misma carrera, pero podría ser una variable a considerar al comparar diferentes carreras evaluadas a distintas horas del día. De todas formas, esta variable no fue considerada en este estudio dado el tamaño de la muestra.

En el caso de la universidad de La Serena, se realizó el test en formato papel y presencial a un total de 274 estudiantes. Las evaluaciones se tomaron durante la mañana en las primeras semanas de clases del primer semestre del año 2017, a una muestra seleccionada y heterogénea de carreras, como lo son: Astronomía, Física, Matemáticas, Química, Contador Auditor, Derecho, Diseño y Enfermería. En la Universidad de Piura, Perú, se aplicó la prueba a una muestra de 452 estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería de dicha universidad. La prueba de Lawson se aplicó en formato papel durante la primera semana de clases en diferentes horarios del día. El análisis de datos, se sistematizó por medio de la revisión automatizada, utilizando el software OptiMark que permitió digitalizar las respuestas de las y los estudiantes. Luego de ello, se descartaron las respuestas que contenían alternativas omitidas, quedando las muestras en las que se basa este artículo.

Tabla 2: Años en que se implementó, número de estudiantes evaluados (N) y carreras intervenidas con el test de Lawson en las tres universidades estudiadas.

Universidad	Año	N	Carreras
UVM	2016	1405	Salud, Comunicaciones, Pedagogía, Ingeniería, Ingeniería comercial, Ciencias Sociales, Ciencias Agrícolas
ULS	2017	274	Astronomía, Física, Matemáticas, Química, Contador Auditor, Leyes, Diseño y enfermería
UDEP	2018	452	Ingeniería

## RESULTADOS

Los niveles de desarrollo cognitivo evaluados por la prueba de Lawson en las universidades Viña del Mar (2016), de La Serena (2017) y de Piura (2018), se pueden ver en la figura 2. Se observa que la UVM tiene un 86% de sus estudiantes en nivel concreto (%C), y un 14% en nivel de transición, con 12% en transición temprana (%ET) y un 2% en transición última (%LT). La muestra de la universidad de La Serena tiene un 52% de sus estudiantes en nivel concreto (%C), un 46% en transición, distribuidos en 31% en transición temprana (%ET) y un 15% en transición última (%LT), con un 2% de estudiantes en nivel formal (%F) de pensamiento. Finalmente la muestra de la universidad de Piura presenta 34% de estudiantes en nivel concreto (%C), un 62% en nivel de transición, desagregado en 41% en transición temprana (%ET) y un 21% en transición última (%LT), con un 4% de estudiantes de la muestra con pensamiento formal (%F).

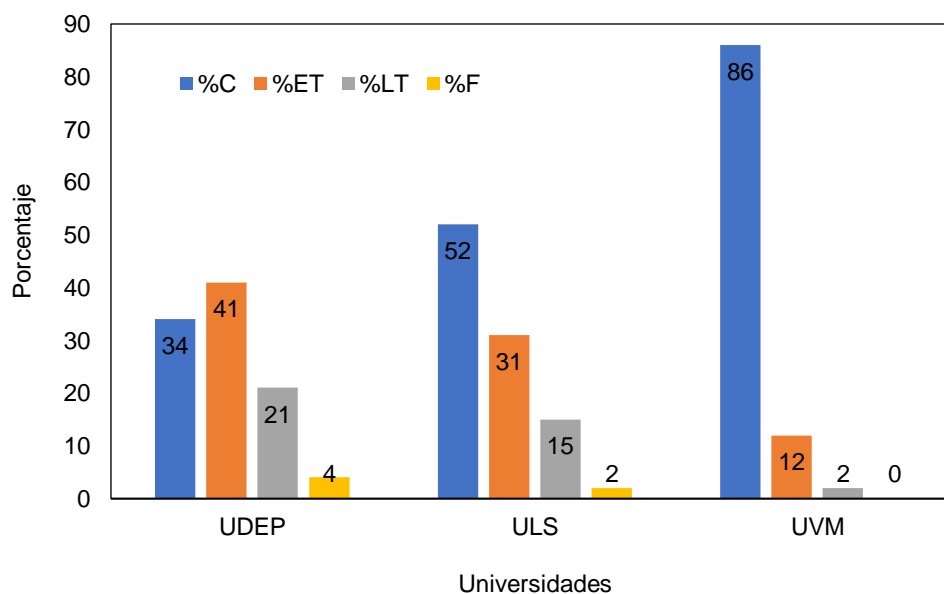


Fig. 2. Porcentaje de estudiantes por universidad ubicados por nivel de razonamiento.

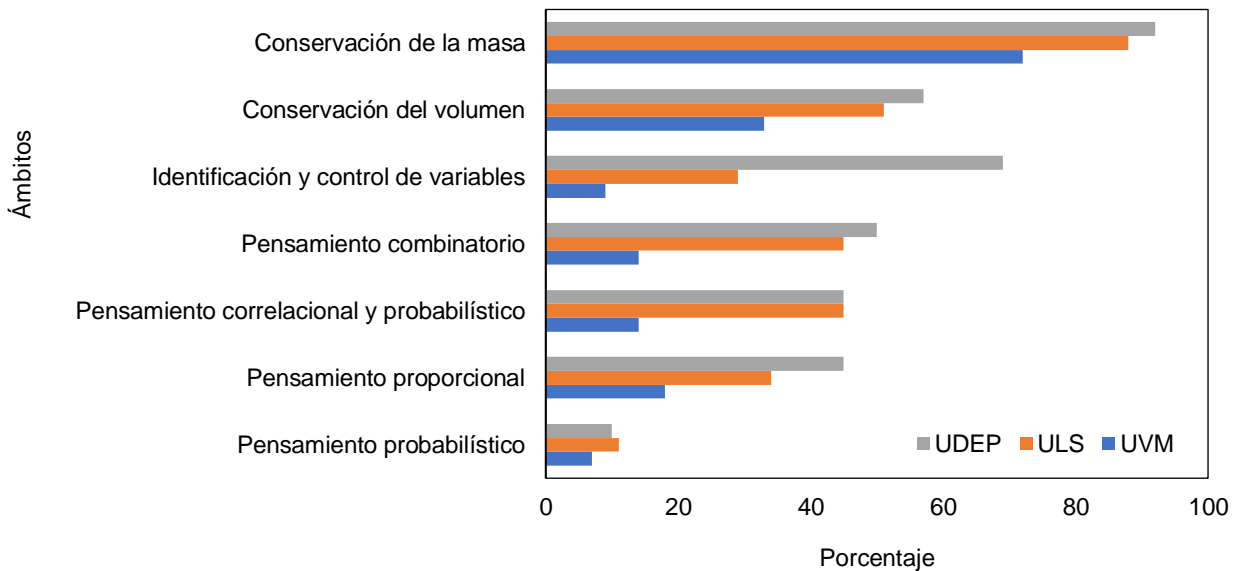


Fig. 3. Porcentajes de respuestas correctas del test Lawson por Universidad.

En la figura 3, se observa que la conservación de masa es el único ámbito de las tres universidades con respuestas correctas superior al 70%. El porcentaje de respuestas correctas entre la ULS y UDEP son muy similares salvo en “identificación y control de variables”. La UVM evidencia resultados por debajo del 20% en todos los ámbitos salvo en conservación de magnitudes físicas. Al separar los resultados de desarrollo cognitivo por género, hombre (H) y mujer (M), en las tres universidades estudiadas se obtuvo la figura 4. En dicha figura se aprecia que en el nivel concreto (%C), el porcentaje de mujeres es superior al de los hombres en las tres universidades estudiadas. Para el nivel de transición temprana (%ET), las diferencias de porcentajes entre hombres y mujeres se hacen menores, siendo la UDEP la única universidad con mayor porcentaje de mujeres respecto a los hombres en dicho nivel. Para el nivel de transición última (%LT), tanto para la UDEP como para la ULS, el porcentaje de hombres en dicho nivel es mayor que el de mujeres. Algo similar se observa en el nivel formal de pensamiento (%F) en ambas universidades. Los porcentajes que se evidencian de la UVM en los niveles LT y F no son relevantes. Los resultados de los porcentaje de respuestas correctas de mujeres y de hombres para cada universidad se pueden observar en la figura 5. En los tres gráficos, se aprecia una diferencia entre hombres y mujeres en el ámbito de conservación del volumen e identificación y control de variables.

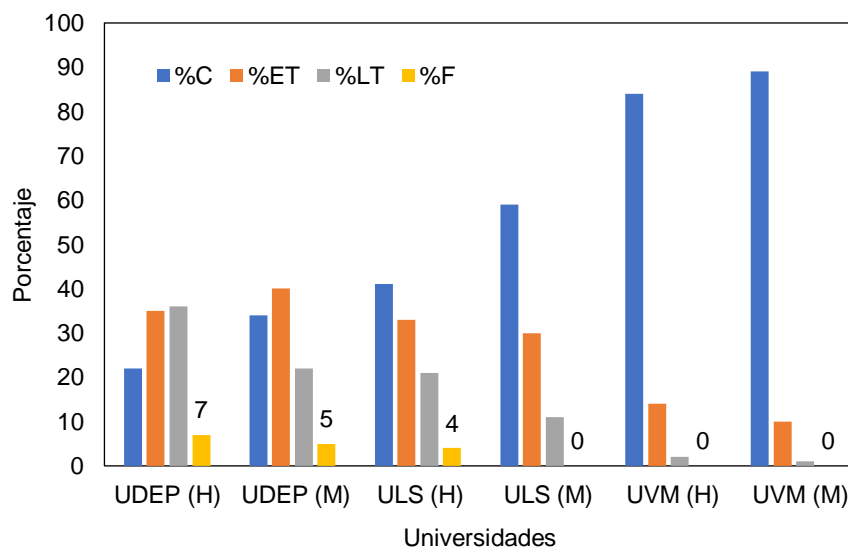


Fig. 4. Porcentaje en los niveles de razonamiento de hombres (H) y de mujeres (M). % C= estudiantes Concretos; % ET= transición temprana; %LT= transición última y %F= pensamiento Formal.

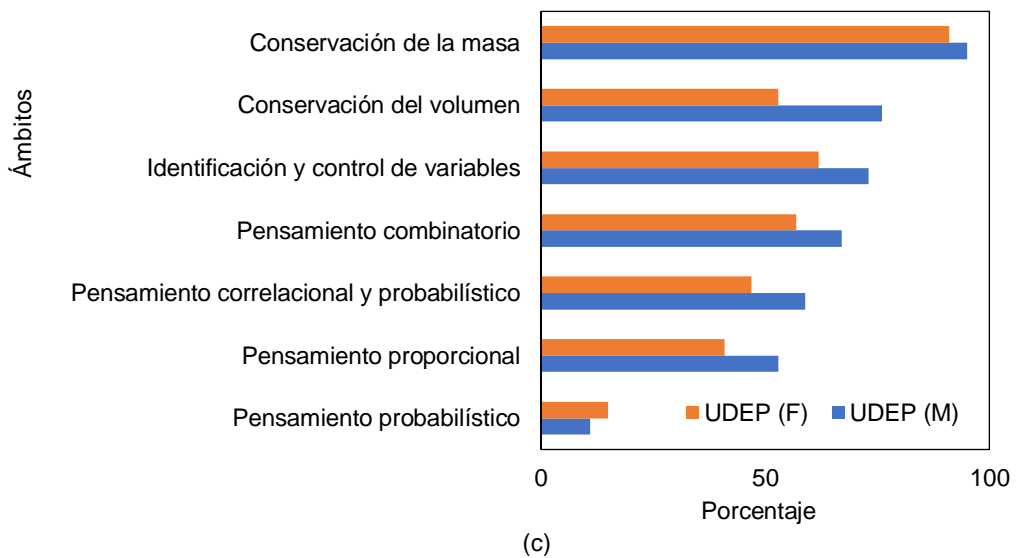
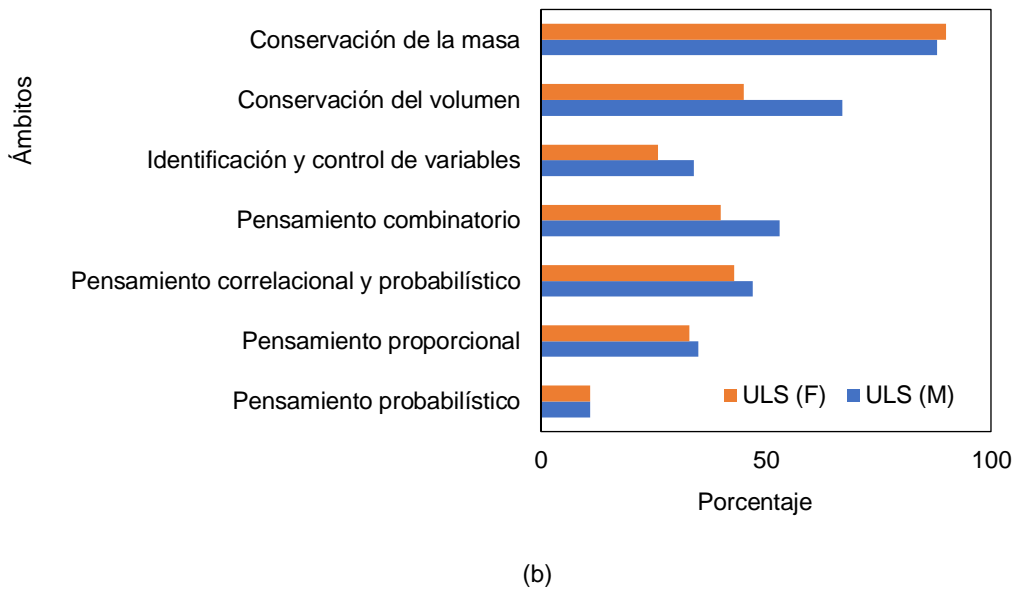
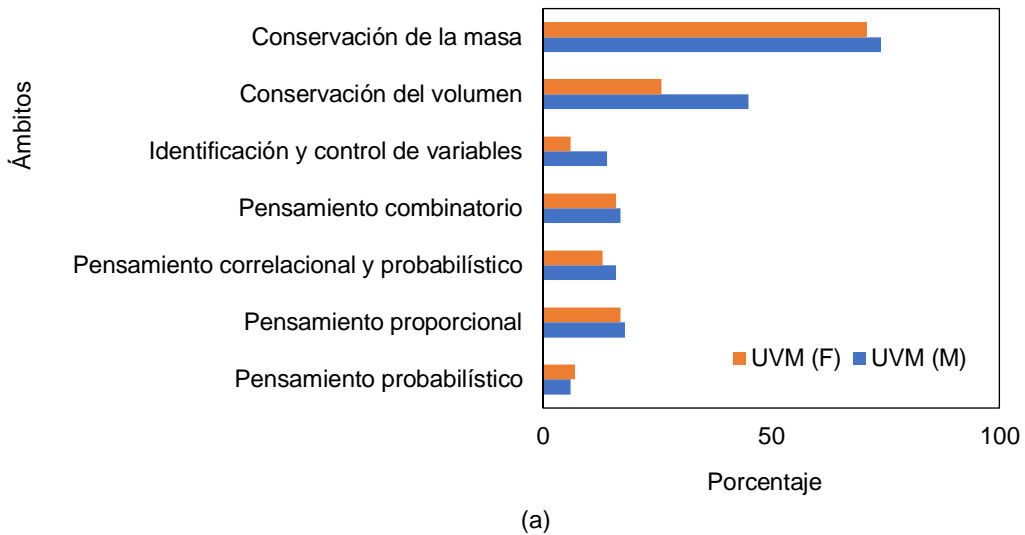


Fig. 5. Porcentajes de respuestas correctas de hombres y mujeres, en siete ámbitos que evalúa la prueba de Lawson en las universidades: (a) UVM, (b) ULS y (c) UDEP.

En el ámbito de pensamiento combinatorio se observan diferencias entre hombres y mujeres sólo en la ULS y UDEP. Al constatar que la diferencia en los porcentajes de respuestas correctas entre hombres y mujeres, en el ámbito de conservación de volumen, era algo persistente en cada universidad y con las diferencias más grandes entre ambos sexos, se procedió a analizar con mayor detalle la distribución de las respuestas dadas por las mujeres en las preguntas 3 y 4 del test de Lawson. En donde las preguntas 3 y 4 de la prueba se pueden apreciar en la figura 6.

3. En la ilustración se muestran dos vasos cilíndricos llenos al mismo nivel con agua. Los vasos son idénticos en tamaño y forma. También se muestran dos pequeñas esferas, una de vidrio y otra de acero. Las esferas tienen el mismo tamaño pero la de acero es mucho más pesada que la de vidrio. Cuando la esfera de vidrio se coloca en el cilindro 1, ésta descende al fondo y el nivel de agua aumenta hasta la sexta marca.

Si colocamos la esfera de acero en el vaso 2, el agua subirá:

- al mismo nivel que lo hizo en el vaso 1
- a un nivel superior que como lo hizo en el vaso 1
- a un nivel inferior que como lo hizo en el vaso 1

4. debido a que:

- la esfera de acero descenderá más rápido.
- las esferas están hechas de diferentes materiales.
- la esfera de acero es más pesada que la esfera de vidrio.
- la esfera de vidrio crea menos presión.
- las esferas tienen el mismo tamaño.

Fig. 6. Preguntas 3 y 4 del test de Lawson.

La pregunta 3 de la prueba de Lawson, contiene tres posibles respuestas (A; B y C). La pregunta 4, que es la justificación a la pregunta anterior, contiene cinco posibles respuestas (A; B; C; D y E). De ello, se observa en la tabla 3, se presentan los porcentajes de respuestas de los estudiantes en todas las posibles combinaciones. Las parejas de respuestas AE, BC y BD son las que presentan mayor porcentaje, siendo la dispersión de respuestas mayor en la UVM y menor en la UDEP. En la figura 7, se muestra el detalle para estas tres combinaciones de respuesta en las universidades en estudio.

Tabla 3. Porcentajes de respuestas a las combinaciones de las preguntas 3 y 4 del test de Lawson en las universidades Viña del Mar (UVM), La Serena (ULS) y de Piura (UDEP), respondidas por mujeres.

Combinaciones pregunta 3 y 4	% UVM	% ULS	% UDEP
AA	1	1	0
AB	1	1	0
AC	3	1	0
AD	1	0	0
AE	26	46	44
BA	5	3	1
BB	5	5	3
BC	31	31	37
BD	11	11	10
BE	3	1	0
CA	3	1	0
CB	2	0	0
CC	4	1	1
CD	2	1	1
CE	1	0	0

De la figura 7 se observa que las mujeres tanto de la ULS como de la UDEP, responden la alternativa correcta AE, en alrededor de un 45%, distribuyéndose el resto de las estudiantes en las opciones alternativas de pensamiento dadas por la combinación BC, alrededor de un 32% y en menor medida la combinación BD, cercano al 10%. Las estudiantes de la UVM son las únicas que presentan un porcentaje menor en la respuesta correcta, respecto a la alternativa BC. Es interesante destacar que entre un 31% a 37% de estudiantes mujeres, piensan que el nivel del agua sube más en el vaso donde se hunde la esfera de acero debido a que esta es más pesada que la de vidrio. Y alrededor de un 10% también piensa que el nivel del agua sube más en el vaso donde se hunde la esfera de acero, pero debido a que la esfera de vidrio crea menos presión.

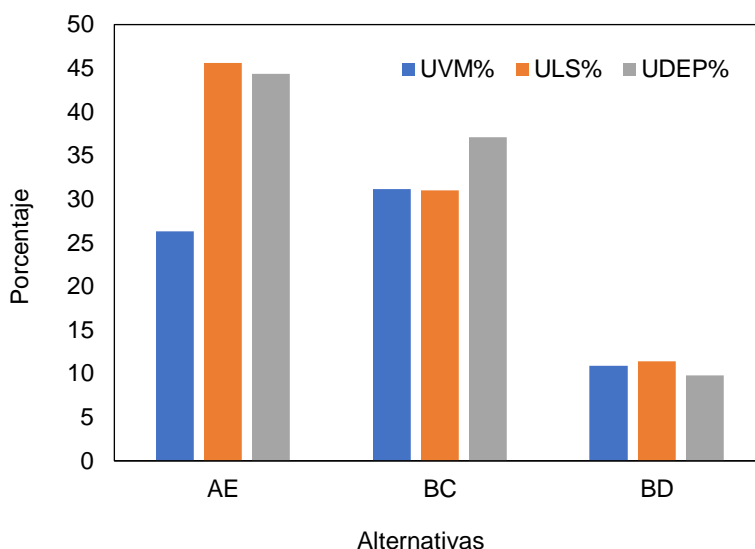


Fig. 7. Porcentajes de respuestas a las combinaciones AE, BC y BD en las preguntas 3 y 4 de la prueba de Lawson en la UVM, ULS y UDEP, respondidas por mujeres.

## DISCUSIÓN

A partir de la revisión de la literatura y la categorización de los niveles de razonamiento de los y las estudiantes, se puede observar que los resultados generales muestran una tendencia hacia niveles de razonamiento superior en la Universidad privada de Piura (Perú) y en la universidad estatal de La Serena (Chile), frente a los resultados de la universidad privada de Viña del Mar (Chile). Una posible explicación a esto puede darse en parte debido a que las dos primeras instituciones, UDEP y ULS, seleccionan a sus estudiantes a través de pruebas de ingreso, por lo tanto, es probable que los estudiantes que postulan a estas universidades realicen una preparación previa, obteniendo jóvenes con mejores habilidades para resolver pruebas de alternativas respecto a los de la UVM (Guerrero, 2020).

Por otro lado, se observa que la mayoría de los estudiantes de las tres universidades se ubican en las etapas concreta (C) y de transición temprana (ET). Cuestión que no se condice con lo indicado por autores como Lawson, Colleta y otros, que indican que los estudiantes de alrededor de 18 años deberían estar mayoritariamente en la etapa de transición última (LT) o ya ser pensadores formales (F). Esto puede estar condicionado por el capital social y cultural que poseen los estudiantes al ingreso a la universidad, al bajo desarrollo de habilidades en la preparación de pruebas de selección e ingreso universitaria y a la falta de oportunidades para el aprendizaje profundo de las ciencias, lo que llevaría a una tardanza en la "maduración" del razonamiento de los jóvenes actuales en comparación con los estudiantes de las décadas de los 70, 80 e incluso 90. Conocer la cantidad de estudiantes de primer año que se encuentran en los diferentes niveles de razonamiento científico podría ayudar a generar un buen indicador del éxito o fracaso académico, así como también, permitiría conocer aproximadamente la cantidad de alumnos que podrían tener una posible deserción.

Como la información recopilada en este estudio nos entrega indicios sobre qué habilidades de pensamiento ha desarrollado el estudiante previo al ingreso de la universidad, esto permitiría diseñar e implementar estrategias pedagógicas que se ajusten al nivel de razonamiento científico que poseen los alumnos de primer año, y que a su vez, acompañe al estudiante en el proceso de transición de la enseñanza secundaria a la terciaria, con el propósito de disminuir una posterior deserción universitaria. Sumado a lo anterior, también se debe considerar los factores motivacionales y contextuales de los estudiantes, tal como se puede ver en el estudio realizado por Lagubeau y sus colaboradores (2020), en donde la implementación de metodologías activas en aula mejoraron la retención y aprobación de los estudiantes.

En esta última década, el desarrollo de la neurociencia ha eclipsado la utilización de test con bases piagetanas, como lo es el test de Lawson, generando esto un vacío de literatura dedicada al tema dentro de la comunidad académica. No obstante, en este trabajo se evidencia una asociación entre neurociencia y los niveles de razonamiento planteados por Piaget. Por lo que recomendamos su utilización en la determinación de los diferentes niveles de razonamiento científico de los estudiantes universitarios, principalmente en primer año.

Otra observación relevante, se refiere a las preguntas pareadas 1-2 y 3-4 del test de Lawson, el primer par de preguntas trata sobre conservación de masa y el segundo par de preguntas sobre conservación de volumen. Ambas preguntas están diseñadas para verificar que la persona evaluada haya logrado pasar de la etapa pre-operacional a, al menos, el nivel concreto de pensamiento. De los datos recolectados en este trabajo, se observa que la universidad Viña del Mar es la única institución que presenta bajo un 50% de respuestas correctas en el ítem conservación de volumen, cuestión que hay que considerar al momento de definir modelos educativos a nivel universitario. Además de ello, se evidencia un bajo desempeño en pensamiento probabilístico en general, lo que debería llamar la atención para el desarrollo futuro de políticas y estrategias educacionales referidas al tema. Además de lo anterior y específicamente en el ítem de conservación del volumen (preguntas 3 y 4), se observan diferencias sustanciales entre los porcentajes de respuestas correctas entre hombres y mujeres. Siendo marcados los pensamientos alternativos entre las mujeres que relacionan erróneamente el concepto de volumen con peso (respuestas BC) o con el concepto de presión (respuestas BD).

## CONCLUSIONES

De la información encontrada en la literatura y de los resultados expuestos más arriba, se puede extraer las siguientes conclusiones principales.

- 1.- Hay una tendencia hacia niveles de razonamiento superior en la Universidad privada de Piura y en la universidad estatal de Chile, frente a los resultados de la universidad privada chilena.
- 2.- La mayoría de los estudiantes de las tres universidades se ubican en las etapas concreta (C) y de transición temprana (ET), lo que no se condice con lo indicado en la literatura.
- 3.- Para generar un buen indicador del éxito o fracaso académico y conocer la cantidad de alumnos que podrían tener una posible deserción es necesario conocer la cantidad de estudiantes de primer año que se encuentran en los diferentes niveles de razonamiento científico
- 4.- El desarrollo de la neurociencia, en la última década, ha eclipsado la utilización de test con bases piagetanas, como lo es el test de Lawson, generando un vacío en la literatura dedicada al tema dentro de la comunidad académica.
- 5.- Se evidencia una asociación entre neurociencia y los niveles de razonamiento planteados por Piaget, por lo que se recomienda su uso en la determinación de los diferentes niveles de razonamiento científico de los estudiantes universitarios, principalmente en primer año.

## REFERENCIAS

- Alshamali, M. A., y Daher, W. M. Scientific reasoning and its relationship with problem solving: The case of upper primary science teachers, <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9646-1>, International Journal of Science and Mathematics Education, 14(6), 1003–1019 (2016).
- Ates, S., y Cataloglu, E., The effects of students' reasoning abilities on conceptual understandings and problem-solving skills in introductory mechanics, DOI: 10.1088/0143-0807/28/6/013, European Journal of Physics, 28(6), 1161 (2007).
- Al-Zoubi, T., El-Shara, I., y Al-Salam, D., The Scientific Reasoning Level of Student in the Faculty of Science In Al-Hussein Bin Talal University and Its Affection of Gender, Teaching level, and Specialization, An-Najah University Journal for Research - B (Humanities), 23(2), 401-437 (2009).
- Bolton, S., y Hattie, J., Cognitive and brain development: Executive function, piaget, and the prefrontal cortex, <https://archivesofpsychology.org/>, Archives of Psychology, 1(3), (2017)
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K., Research Methods in Education (8th ed), Oxford, UK: Routledge Publishers (2017).
- Coletta, V. P., y Phillips, J. A., Interpreting fci scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability, American Journal of Physics, 73(12), 1172–1182 (2005).
- Coletta, V. P., y Steinert, J. J., Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories, <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010108>, Physical Review Physics Education Research, 16(1):010108, (2020).
- Diamond, A., The early development of executive functions. En E. Byalistok y F. Craik (Eds.), Lifespan cognition mechanism of change, UK: Oxford University Press (2006).
- García-Molina, A., Enseñat-Cantallops, A., Tirapu-Ustároz, J., y Roig-Rovira, T. Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. Revista de neurología.(Ed. impr.), 435–440. (2009).

- Guerrero, T., y Gonzalo, R., Characterization of scientific reasoning levels among pedagogy freshman students: challenges for initial teacher education, doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000500045>, *Formación Universitaria*, 15, 45-56 (2020).
- Gutiérrez, R., *Piaget y el curriculum de ciencias*, Madrid, España: Narcea (1984).
- Inhelder, B., y Piaget, J., *The growth of logical thinking*, New York (1958).
- Khoirina, M., Cari, C., y Sukarmin, Identify Students' Scientific Reasoning Ability at Senior High School, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1097. The 5th International Conference on Research, Implementation, & Education of Mathematics and Sciences (Mayo, 2018).
- Lagubeau, G., Tecpan, S., y Hernández, C., Active learning reduces academic risk of students with nonformal reasoning skills: Evidence from an introductory physics massive course in a Chilean public university, doi: [10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.023101](https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.023101), *Physical Review Physics Education Research*, 16:023101, (2020).
- Larsson, M., Willander, J., Karlsson, K., y Arshamian, A., Olfactory lover: behavioral and neural correlates of autobiographical odor memory, *Frontiers in Psychology*, 5, 312 (2014).
- Lawson, A. E., *Science teaching and the development of thinking*, Wadsworth Belmont, CA (1995).
- Lee, C.-Q., y She, H.-C., Facilitating students' conceptual change and scientific reasoning involving the unit of combustion, *Research in Science Education*, 40(4), 479–504 (2010).
- Novia, N., Syamsu, S., y Riandi, R., Student's achievement in Lawson's classroom scientific reasoning (LCTSR): the effect of gender and age on scientific reasoning ability. En *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia*, 3, 542-547 (2018).
- Pérez de Landazábal, M. C., Otero, J. G., y Grupo ACCEM., Destrezas científicas de los estudiantes que ingresan en universidades de España e Iberoamérica, XXXIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, 21º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física (Vol. 2) (2011).
- Piaget, J., *Inteligencia y afectividad*, Buenos Aires: Aique (1954).
- Piaget, J., La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta, *Lecturas de psicología del niño*, J. Delval (Comp.), 2(02), 208–213 (1970).
- Pozo, J. I., Schever, N., y otros 4 autores, *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*, Colección crítica y fundamentos, España (2006).
- Rivas, A., *América Latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000- 2015)*, <http://mapeal.cippec.org/>, Buenos Aires: Fundación CIPPEC (2015).
- Spelke, E., y Grace, D., Sex, math, and science. En Ceci, S., Y Williams, Why aren't more women in science? Top gender researchers debate the evidence, *APA Publ. Wash. DC.* (2006).
- Valanides, N., y Markoulis, D., The acquisition of formal operational schemata during adolescence: a cross-national comparison, <https://doi.org/10.1023/A:1005182814532>, *International Journal of Group Tensions*, 29(1–2), 135-162 (2000).
- Young, D., y Fraser, B. J., Gender differences in science achievement: Do school effects make a difference? *J. Res. Sci. Teach.*, 31(8), 857–871 (1994)

Página en blanco