

Hacia una comprobación experimental de la zona de desarrollo próximo de Vigotsky

Conrado Ruiz Hernández*

Recepción: 17 de enero de 2014

Aceptación: 8 de septiembre de 2014

*FES-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
Correo electrónico: cruiz@campus.iztacala.unam.mx
El autor agradece los comentarios de los árbitros de la revista y a la psicóloga Alma Delia Lupercio Lozano, académica de la FES-Iztacala (UNAM), quien llevó a cabo la fase principal del trabajo de campo, así como una parte del análisis inicial de los resultados.

Resumen. Se reporta un experimento educativo que tiene como objetivo colectivo la comprobación experimental de un concepto de uso frecuente en el constructivismo. El ejercicio consistió en que a la mitad ($n = 40$) del contingente completo de estudiantes se les aplicó un cuestionario sobre tópicos de aritmética que contiene un problema, sin que se le aporte ninguna pista o ayuda y a la otra mitad ($n = 40$) se le pidió resolver el mismo problema proporcionándoles una pista o ayuda, que consiste en la colocación de un encabezado informativo. Con el subgrupo que recibió la asistencia o asesoría se constató en diez casos la ocurrencia de un proceso de zona de desarrollo próximo.

Palabras clave: zona de desarrollo próximo, transferencia de conocimiento, solución de problemas y aprendizaje.

An Experimental Evaluation of Vygotsky's Zone of Proximal Development

Abstract. We describe here a group session specifically designed to experimentally verify the existence of a concept that is frequently used within the constructivist framework. This exercise used a group of students $n = 40$. A randomly chosen half of the entire group responded to a questionnaire on arithmetical topics. This 'test' did not provide the respondents with any clue or help. The other half were asked to solve the same problem, but with the assistance of an informative heading printed on the question paper. In the subgroup that did receive help, a 'Zone of Proximal Development' process, was observed in ten cases - in other words, an assisted learning process where the respondents took advantage of the problem-solving help, was given.

Key words: Zone of Proximal Development, transfer of knowledge, problem solving and learning.

Introducción

Los hallazgos recientes en el gran colisionador de partículas subatómicas (LHC: Large Hadrons Collisioner), una instalación subterránea localizada en la frontera de Francia y Suiza, hace posible reconocer que el abordaje y estudio de lo más pequeño, como lo son los protones y electrones, permite hurgar sobre el origen de todo el universo. Un comienzo que los científicos del LHC conjeturan que ocurrió en el instante inmediato a cuando sucedió la explosión que hipotéticamente dio lugar al cosmos que conocemos. El bosón de Higgs –todavía bajo proceso de búsqueda y confirmación– es una

partícula subatómica ínfima (más pequeña que un electrón) y que se presume es generadora de la materia primordial (Bosman y Rodrigo, 2012; Herrera, 2014).

La situación descrita al trasladarse de manera idealizada al campo de la investigación educativa, en principio, parece descabellado. Pero puede ser que esta pretensión acotada, debidamente a lo estrictamente posible, tenga una expectativa viable. No para ubicar el origen del aprendizaje, pero sí para reconocer un proceso precursor –mínimo o ínfimo– vinculado a un aprendizaje específico bajo condiciones sumamente estrictas: que la observación pueda registrarse de manera instrumental y su comprobación sea susceptible de realizarse con experimentación.

1. Particularidades cognoscitivas y solución de problemas

La génesis de aprendizajes relacionados con la solución de problemas, especialmente cuando el procedimiento se realiza en cooperación con otro u otros compañeros (bajo la presunción de que al menos uno de los participantes sea avezado), se constituye en una dinámica pedagógica de valor estratégico. Se tienen varios conceptos de uso frecuente en el constructivismo (teoría que procura la explicación materialista del aprendizaje considerando al individuo y a su entorno social), que están sustentados en la resolución de problemas (Vigotsky, 1988; Flavell, 2004; Raynald y Rieunier, 2010). Se describen dos aquí: transferencia cognoscitiva o *T* (es el traslado de un saber o habilidad que posee el sujeto para resolver por cuenta propia un problema hacia otro fin o problema afín, pero de mayor complejidad) y zona de desarrollo próximo o *ZDP* (cuando la capacidad propia no es suficiente para resolver independientemente un problema y que se requiere de una orientación o ayuda que proporciona con el empleo de medios diversos, ya sea de manera directa o indirecta un facilitador o experto). La particularidad cognoscitiva no forma parte del vocabulario pedagógico. Para los efectos de este artículo es una situación de aprendizaje de dimensión ínfima o mínima, con alta especificidad temática asociada a la solución de problema, que experimenta el sujeto sin la ocurrencia de transferencia cognoscitiva en un proceso claro de *ZDP*, lo que hace necesaria la ayuda de un facilitador o experto.

2. Zona de desarrollo próximo

El concepto de zona de desarrollo próximo (*ZDP*) de acuerdo con Vigotsky, quien la expone de manera general en el contexto de otras reflexiones, puede definirse como:

La distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad del sujeto para resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema, bajo la guía de un adulto o en la colaboración con otro compañero más capaz (Vigotsky, 1988: 133).

Más que tratarse de un hecho o fenómeno cognitivo localizable (en realidad Vigotsky concatena con la *ZDP* otros elementos fundamentales de su teoría: mediación, desarrollo cultural, afectividad, imitación e influencia del maestro), es propiamente un proceso en el que participan dos actores proactivos: el que aprende y el que coadyuva, valiéndose de medios o mediaciones diversas para que ocurra el aprendizaje. Su demostración es generalmente teórica, es decir, que posee evidencia incompleta y argumentación especulativa, aunque

hay intentos serios para procurar su demostración empírica o por medio de vivencias documentadas (Shamir *et al.*, 2009; Tavernal y Peralta, 2009; Ruiz Hernández y Lupercio, 2010).

En sí se trata de un axioma pedagógico, prácticamente incuestionable y extensamente estudiado, aunque con lagunas importantes en particular en aspectos tales como precisar el alcance de la colaboración, maduración, dimensión o extensión de la *ZDP*, así como la adecuación del concepto, en el contexto de una ley general del desarrollo cultural, formulada por Vigotsky, que incluye los atributos biológicos, intelectuales y sociales del ser humano, lo que lleva a considerar situaciones de aprendizaje diferentes a la interacción adulto-niño, trasladadas a otras como niño-niño y adulto-adulto (Chaiklin, 2003; Bunce, 2003). En todos estos casos, el participante a la izquierda tiene mayor dominio sobre la materia del aprendizaje implicado, en comparación con el de la derecha. Por otro lado, Vigotsky en su planteamiento original no estuvo en posibilidad de completar el espectro de aplicación del concepto, así como de sus múltiples variantes posibles, por lo que es inapropiado asumir una postura dogmática o estrecha adoptando una definición absoluta de la *ZDP* (Veresov, 2004). Aquí es necesario añadir la ocurrencia de la *ZDP* con el apoyo de las nuevas tecnologías de la comunicación e información, que en la época de Vigotsky —quien desarrolló su obra durante los años veintes del siglo pasado— eran incipientes o previsiones propias de la ciencia ficción.

Si bien empíricamente se dispone de evidencia considerable sobre su existencia u ocurrencia, la *ZDP* experimentalmente no está demostrada de manera formal. Aquí se tiene como obstáculo el hecho de que los eventos educativos están altamente permeados por la subjetividad, lo que es personal propiamente, es decir, que sucede en el fuero interno de cada quien y difícilmente es generalizable, en particular cuando se trata de casos clínicos o referidos a la educación especial, aunque si se reduce esta subjetividad a lo mínimo, sí puede ser posible la consecución de un abordaje verdaderamente experimental (De Landsheere, 1996).

Sin embargo, para lograr este cometido, es necesario implicar en el contraste a un diseño pre-experimental en donde la observación pre y post se realiza con el mismo grupo de participantes (Ruiz Hernández, 2014). Una particularidad de la *ZDP* es la personalización de los actores, el que aprende y el que lo asesora o lo ayuda; no hay reportes de este proceso en donde el segundo sea invisible, anónimo o implícito, lo que en la actualidad es común en sistemas tutoriales de informática y educación a distancia. Sobre este particular se intentará demostrar la operatividad de la *ZDP*, promovida experimentalmente por medio de un encabezado informativo, que en este caso representa a la mediación o medio que para Vigotsky

es fundamental, así como la participación de un facilitador competente —en este caso invisible, pero implícito en la elaboración del cuestionario— que debe leerse y entenderse para la resolución de un problema, en un examen de aritmética. La experiencia que se reporta se realizó con estudiantes universitarios que cursan el segundo año de una carrera científica.

3. Abordaje experimental

3. 1. Hipótesis

Hipótesis: la ocurrencia de un proceso de zona de desarrollo próximo, para efectos de su comprobación experimental, requiere que la capacidad mostrada por los sujetos en la resolución autónoma de un determinado problema rebase lo que pueda atribuirse a la sola transferencia cognoscitiva.

3. 2. Sujetos y procedimiento

Dos subgrupos de estudiantes universitarios de ciencias, en donde se dispuso de una situación didáctica apropiada, que facilitara como un objetivo pedagógico una participación comprometida de los sujetos en el ejercicio experimental. El primero ($n = 40$) apoyado con un encabezado informativo (antepuesto al planteamiento de un problema) y el segundo ($n = 40$) sin la ayuda descrita. Para ambos casos el problema a resolver es la suma de un polinomio de tres términos (adición o sustracción en una operación seriada). Ambos subgrupos de estudiantes debieron responder previamente otro problema, incluido en el mismo cuestionario, que consiste en la suma de un polinomio de dos términos que funge como blanco o control para los dos tratamientos. La sesión de grupo, con los dos tratamientos, se realizó de manera simultánea y en el mismo sitio, en donde los aplicadores y estudiantes no estaban informados sobre la temática sujeta a una observación experimental en la que participarían. Los estudiantes estaban advertidos de que toda la información recabada la aprovecharían para la entrega de un reporte escolar.

3. 3. Cuestionario

Se trata de un examen de aritmética de doce preguntas: diez son contextuales y dos dedicadas a la observación experimental. Entre las preguntas contextuales se tienen operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división), exponentes, raíces, valoración de fracciones, ordenación de decimales y cálculo mental (Ruiz Hernández y Lupercio, 2007).

4. Diseño de problemas

Sea P un problema base (mismo que puede pertenecer a una gama amplia de conocimientos o situaciones de la vida

cotidiana), en donde no se proporciona al estudiante ninguna orientación o ayuda. Por lo que P' , es un problema afín a P (relativamente de mayor dificultad), en donde se proporciona al estudiante una orientación o ayuda. T es la coincidencia en los aciertos de P y P' por participante, que, para efectos de esta demostración, T representa hipotéticamente la transferencia cognoscitiva de P a P' que realiza, en su caso, cada sujeto.

Con los elementos anteriores parece posible formular una ecuación integradora, de modo que: $ZDP \approx P' - T$. Para comprender mejor esta ecuación, considérese que T constituye en gran medida a la base cognitiva que ya posee el sujeto, y ZDP constituye el aprendizaje a corto plazo que desarrolló el sujeto en la solución de un problema (P'), con la mediación del facilitador. Se evitó el empleo del signo de igualdad ($=$) por el de aproximación o cercanía (\approx), tanto por prudencia epistemológica como por convicción (en realidad, las observaciones falso positivas y falso negativas son inevitables), por lo que se reconoce que los resultados en este tipo de desempeño no pueden ser exactos, aunque, procurando el mayor esmero en la observación, sí es posible tener cierta proximidad con la precisión.

Se tomó como modelo, a efectos de seleccionar un problema adecuado (para facilitar la observación experimental conviene que el problema elegido posea una dificultad alta), el caso que se tiene reportado para la identificación de los términos en la suma de polinomios (lo que se explica en el encabezado informativo de P'), en donde está ampliamente documentado que se trata de un verdadero talón de Aquiles en el aprendizaje de la matemática escolar (Alatorre, 2002). Los resultados de la experiencia que se reporta permiten constatar que el problema mencionado sí posee una dificultad elevada, inclusive en el nivel superior. Los problemas descritos a continuación forman parte de un cuestionario que incluye más preguntas.

Estos son los problemas, que de manera particular, se examinan:

P) Ejecuta la operación:

$$2 + 3 \times 4 = ?$$

Esta suma de dos términos (el concepto, se explica en el encabezado del problema siguiente) permite en casos poco frecuentes el acertar por corazonada o intuición del estudiante, a pesar de la inadvertencia de los términos; en particular, cuando la mecanización de la suma se realiza de derecha a izquierda, es decir, iniciando la mecanización de este modo: 4×3 y sumando, irreflexivamente, al final el 2.

Entre ambos problemas se colocan otras preguntas que no están relacionadas con éstos. El problema que sigue antecede con el encabezado señalado, en donde se solicita a los participantes que lo lean con la mayor atención antes de responder. Este encabezado sólo se incluye en el tratamiento

experimental; en el grupo control la solicitud se realiza del mismo modo que con P .

P') En las operaciones seriadas o polinomios los cálculos y valores independientes, que se llaman *términos*, están separados por suma o resta. Fíjate bien y ejecuta con todo cuidado la operación siguiente:

$$3.2 + 4.4 \times 2 + 8 = ?$$

Esta suma de tres términos (que además contiene decimales, lo que en algunos casos puede incrementar su dificultad), hace difícil acertar por corazonada o intuición del estudiante, en el caso de no identificar correctamente los términos de la suma.

Las respuestas acertadas (R) son para $P = 14$ y $P' = 20$; los cálculos deben hacerse sin el empleo de calculadora. Generalizando la solución de los dos problemas, tenemos para el caso de $P, A + (B \times C) = R$ y para $P', A + (B \times C) + D = R$. El paréntesis es una indicación matemática innecesaria. Aunque es muy empleado en los textos de matemática elemental como una ayuda para los lectores, aquí se incluye para fines explicativos.

5. Reporte de caso

Aplicando estos problemas a los dos subgrupos (control y experimental) de cuarenta estudiantes universitarios se obtuvieron los resultados que se muestran en la gráfica 1.

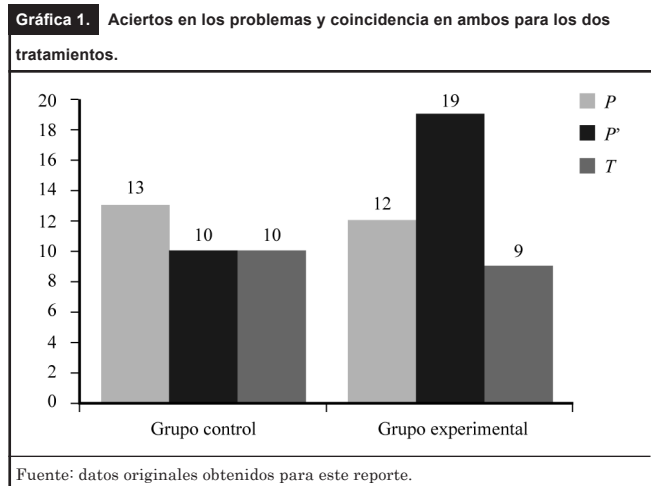
Con estos datos se aplica la ecuación: $ZDP \approx P' - T$. Para el caso del grupo control $ZDP = 10 - 10 = 0$ y para el grupo experimental $ZDP = 19 - 9 = 10$, lo que indica que diez estudiantes sí aprovecharon –proceso de ZDP que se indujo experimentalmente– la ayuda proporcionada (presente en el encabezado de P') y, que sin ella, no habrían podido resolver el problema; esto último se corroboró con el resultado que obtuvo cada estudiante en P . Tres participantes del grupo experimental

que acertaron en P , por confusión o equivocación inadvertida (pudiendo haber otras causales), no entendieron el encabezado y erraron en P' . En el grupo control P es ligeramente de menor dificultad que P' , lo que se refleja en que $ZDP = 10 - 10 = 0$. P , para el caso de ambos grupos ofrece algunas ventajas para la consecución del acierto, mismas que se depuran en la ejecución de P' . El indicador ZDP, para la comparación entre ambos grupos de estudiantes, es favorable al tratamiento en donde P' tiene un encabezado informativo ($10 - 0 = 10$). Esta diferencia alcanza una seguridad estadística de 99.9% aplicando la prueba de t (en versión no paramétrica) para ensayo de dos colas y con $40 + 40 - 2 = 78$ grados de libertad. De este modo la significación es de 0.002 (probabilidad de no ocurrencia estimada para la observación), lo que es notable, en especial si se considera el tamaño de la muestra ($n = 40$) y descarta contundentemente a la hipótesis nula (la que presupone la no diferencia), por lo que se acepta la hipótesis de trabajo o experimental (en la que se previó que sí habría una diferencia significativa).

En el cuestionario matemático contextual (que contiene diez preguntas), el subgrupo control obtuvo como promedio una calificación de 9.2 y el subgrupo experimental de 9.0, diferencia estadísticamente insignificante que abona al reconocimiento de la homogeneidad, respecto a las habilidades numéricas examinadas del conjunto de estudiantes separados aleatoriamente en los dos subgrupos.

6. Originalidad y aporte del estudio

Se realizó la confirmación experimental de un proceso, semejante o similar, de zona de desarrollo próximo (ZDP) en el contexto de un examen (en este caso sobre matemáticas, aunque la temática puede abarcar aspectos diversos de la vida cotidiana), el cual se aplicó a sujetos normales y que tienen una situación educativa ventajosa (son estudiantes universitarios), poco frecuente en el estudio empírico de este concepto. Los abordajes de la ZDP por lo general aluden a casos clínicos, de personas bajo régimen de educación especial, en estudiantes de artes (en donde es común la instrucción personalizada) o con sujetos que cursan la escolaridad elemental, por lo que esta investigación se llevó a cabo en condiciones óptimas, y contribuye a su originalidad. Se constató que este aporte trascendental de Vigotsky es un proceso intelectual que opera en combinación, no de manera aislada o independiente, con otros procesos cognitivos (como pueden ser la autorregulación y la meta-cognición, que en este reporte sólo se atendieron de manera tangencial). Aquí se comprobó su vinculación directa con la transferencia cognoscitiva, que fue posible representar en una ecuación: $ZDP \approx P' - T$, lo que constituye un aporte original de esta investigación en cuanto a que sí responde



a un planteamiento matemático demostrable, inclusive si la observación se realiza con un caso. Respecto al tipo de ejercicio hay otros autores que han utilizado ejemplos semejantes (D'Amore, 2005). Asimismo, el ejercicio completo puede constituirse en una práctica experimental escolar—aun cuando se trate de ejemplos de otra temática como aspectos de lenguaje o juegos, para analizar detalles de la ZDP e interacciones con otros conceptos pedagógicos— que puede permitir un abordaje más científico, bajo constatación directa de los hechos, y menos empírico, bajo supuestos especulativos o fantasiosos, generalmente coincidentes con el interés del observador, en el estudio del proceso enseñanza-aprendizaje. En este último sentido, una evaluación docimológica, sustentada principalmente en la aplicación de exámenes y pruebas escritas o lo que sea equivalente (Bomboir, 1974), puede ser lo apropiado para que un comité académico internacional organice la comprobación experimental, con registro instrumental, de la ZDP, y así convenir su posible constitución en ley, que es congruente con los planteamientos de Vigotsky respecto a lo que él denominó como leyes genéticas vinculadas con el desarrollo cultural del niño y en general de quien aprende algo nuevo.

Conclusiones

El experimento realizado cumple con los requisitos indispensables para ser reconocido como tal en el escenario de las ciencias sociales (Campbell y Stanley, 1993): aleatoriedad en las distribución de los tratamientos, situación a doble ciego de los aplicadores del examen y los estudiantes, homogeneidad en la condición psicomotriz de los sujetos, coincidencia espacio-tiempo en la realización de la experiencia completa, repetitividad de la observación, y que ésta sea susceptible a generalización. Se trata de aspectos que están abiertos a provocar debate. Sin embargo, el abordaje de la ZDP (o de procesos cognitivos con gran semejanza a ésta) continuará manteniéndose en un plano eminentemente subjetivo, dado que es difícil establecer criterios de científicidad en torno a la manera de estudiarla. Para esto deberá comenzarse a trabajar en el diseño de experimentos, tanto en temas de ciencias exactas, naturales, sociales, así como, en artes y humanidades, que permitan establecer los criterios para determinar de manera menos subjetiva la ZDP y, así plantear con mayor claridad, sus aplicaciones en la pedagogía.



Bibliografía

- Alatorre, S. (2002). Aspectos temáticos del efecto remanente de las matemáticas en México, en A. de la Peña (comp.), *Algunos problemas de la educación en matemáticas en México* (pp. 51-112). México: Siglo XXI.
- Bosman, M. y Rodrigo, T. (2012). La búsqueda del bosón de Higgs. *Investigación y Ciencia*, septiembre, 43, 16: 23.
- Bomboir, A. (1974). *La docimología: problemática de la evaluación*. Madrid: Ediciones Morata.
- Bunce, G. (2003). Educational implications of Vygotsky's zone of proximal development on collaborative work in the classroom, en *Developing Expertise in Teaching*. Disponible en <http://www.guybunce.co.uk/writings/academic/vygotsky-and-the-classroom.pdf>. Consultado el 20 de noviembre de 2013.
- Campbell, D. y Stanley, J. (1993). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Chaiklin, S. (2003). The zone of proximal development in Vygotsky's analysis of learning and instruction, en A. Kozulin (ed.), *Vygotsky's educational theory and practice in cultural context*. Cambridge: Cambridge University Press. Disponible en http://people.ucsc.edu/gwells/Files/Courses_Folder/documents/chaiklin.zpd.pdf. Consultado el 7 de enero de 2014.
- D'Amore, B. (2005). *Bases filosóficas, pedagógicas y conceptuales de la didáctica de la matemática*. México: Editorial Reverté.
- De Landsheere, G. (1996). *La investigación educativa en el mundo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Flavell, J. H. (2004). Theory of mind development: retrospect and prospect. *Journal of Developmental Psychology*, 50(3), 274-290.
- Herrera, G. (2014). *El Higgs, el universo líquido y el gran colisionador de hadrones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Raynald, F. y Rieunier, A. (2010). *Pedagogía. Diccionario de conceptos claves*. Madrid: Ediciones Popular.
- Ruiz Hernández, C. y Lupercio, A. (2007). Remediación en la educación básica. Un caso sobre alfabetización matemática, *Ciencia y Desarrollo*, 33(213), 16-21.
- Ruiz Hernández, C. y Lupercio, A. (2010). Zona de desarrollo próximo. Sustrato del aprendizaje significativo, *Ciencia y Desarrollo*, 36(242), 64-69.
- Ruiz Hernández, C. (2014). Experimento educativo en ZDP, *Ciencia y Desarrollo*, 40(272), 22-23.
- Shamir, A., Mevarech, Z. y Gida, C. (2009). The assessment of meta-cognition in different contexts: individualized Vs. peer assisted learning. *Metacognition and Learning*, 4(1), 47-61.
- Tavernal, A. y Peralta, O. (2009). Dificultades de aprendizaje. Evaluación dinámica como herramienta diagnóstica. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 11(2), 113-139.
- Veresov, N. (2004). Zone of proximal development (ZDP): the hidden dimension?, en A. Ostern y R. Heila-Ylikallio, *Language as culture-tensions in time and space* (vol. 1). Vasa: Helsinki. Disponible en http://lchc.ucsd.edu/MCA/Mail/xmcamail.2010_04.dir/pdfGIFUwuibFT.pdf. Consultado el 7 de enero de 2014.
- Vigotsky, L. (1988 ed.). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Editorial Crítica, Grupo Editorial Grijalbo.