

# Progresiones de aprendizaje: promesa y potencial

Vicente Talanquer<sup>1</sup>

## ABSTRACT (Learning Progressions: Promise and Potential)

The educational construct of Learning Progression (LP) is becoming central in research and curriculum development in science education in the US. Learning progressions are models that describe how students' understanding of central concepts or ideas becomes more sophisticated over time. To date, only a few learning progressions have been developed and validated in critical science areas. In this issue of *Educación Química*, leaders and pioneers in LP research and development across the world describe and discuss their efforts to expand and strengthen our understanding of learning progressions in chemistry.

**KEYWORDS:** learning progressions, curricular models, chemistry teaching

El contenido y la secuencia de los currículos de química en los diferentes niveles educativos normalmente se establecen con base en el conocimiento y la experiencia de expertos en la disciplina, quienes tienden a hacer propuestas que responden a la lógica de la materia a enseñar. Por ejemplo, se decide enseñar teoría atómica antes que discutir enlace químico o estructura molecular, porque se considera que los conocimientos sobre un tema son necesarios para entender el siguiente tema en el currículo. Esta forma de estructurar la enseñanza ha sido criticada en años recientes por la falta de atención prestada a resultados de la investigación educativa sobre cómo aprenden los alumnos (Corcoran, Mosher y Rogat, 2009). Estas investigaciones sugieren que hay conceptos que los estudiantes comprenden más fácilmente que otros, y que esta secuencia cognitiva no es necesariamente la misma que la sugerida por la lógica disciplinar.

Recientemente, en los Estados Unidos se ha introducido la idea de “progresiones de aprendizaje” como guías en el diseño y planeación curricular que buscan integrar el análisis del contenido disciplinar con los resultados de la investigación educativa (Duschl, Maeng y Sezen, 2011; Duncan y Rivet, 2013). Las progresiones de aprendizaje son modelos educativos sobre cómo se espera que evolucionen las ideas y formas de pensar de los estudiantes sobre un concepto o

tema determinado a medida que avanzan en sus estudios. Estos modelos pueden referirse a cambios en el conocimiento declarativo o procedimental de los estudiantes. La progresión puede describir cambios en la comprensión de conceptos específicos, como densidad y flotación (Brown *et al.*, 2010), o de ideas o habilidades más generales, como el modelo corpuscular de la materia (Stevens, Delgado y Krajcik, 2010) o el uso de modelos para generar explicaciones (Schwarz *et al.*, 2009). Una progresión de aprendizaje puede constreñirse a describir cambios esperados en la comprensión de los estudiantes en períodos cortos de tiempo, como un semestre académico, o a lo largo de varios grados escolares.

El trabajo en el área de progresiones de aprendizaje sobre ideas o competencias centrales en cada disciplina se basa en el convencimiento de que estos modelos educativos pueden favorecer un aprendizaje más coherente y significativo. Por ejemplo, algunas progresiones de aprendizaje incluyen descripciones de formas de pensar intermedias que pueden facilitar la eventual comprensión de los conocimientos científicos de interés. La identificación de estos “trampolines conceptuales” (en inglés se habla de “stepping stones”) puede ayudar a los docentes a diseñar actividades de aprendizaje que sacan ventaja de los conocimientos previos de los estudiantes y dirigen su atención a formas productivas de pensar sobre un concepto (Wiser, Fox y Frasier, 2013). Las progresiones de aprendizaje también pueden resultar de gran utilidad en el desarrollo de evaluaciones que revelen de manera más fidedigna el nivel de progreso alcanzado por los alumnos en diversas etapas educativas (Furtak, 2012).

Aunque el concepto de “progresiones de aprendizaje” promete ser de gran utilidad en el diseño de currículos, métodos de enseñanza y evaluaciones del aprendizaje en ciencias, es importante reconocer que en la actualidad existen concepciones diversas sobre la estructura y contenido

<sup>1</sup>Department of Chemistry and Biochemistry, University of Arizona, Tucson, AZ 85721.

Correo electrónico: vicente@u.arizona.edu

\* *Educación Química* agradece a Vicente Talanquer por su labor como coordinador de la sección “Áreas temáticas emergentes de la educación química [Progresiones de Aprendizaje en Química]”, desde la definición de gran parte de los participantes, su seguimiento a lo largo de meses de trabajo intenso, hasta la elaboración de esta editorial.

esperados de tales progresiones, y sobre las estrategias que deben seguirse para desarrollarlas y validarlas (Duschl *et al.*, 2011). Así, hoy día encontramos progresiones de aprendizaje que describen la evolución de los conocimientos de los estudiantes tal y como parecen ocurrir bajo los currículos y formas de enseñanza actuales. En otros casos, las progresiones describen secuencias posibles de aprendizaje bajo formas de instrucción diseñadas para sacar ventaja de los trampolines conceptuales identificados en cierta área. Adicionalmente, hay educadores que comienzan la construcción de progresiones de aprendizaje con base en el análisis de la complejidad de los conceptos a enseñar, seguida de investigaciones diseñadas para validar la secuencia propuesta haciendo uso de datos recolectados en las aulas. En otras situaciones, la progresión de aprendizaje se genera directamente a partir del análisis de las explicaciones o respuestas dadas por estudiantes en diversos grados escolares a preguntas diseñadas para investigar sus ideas sobre un tema determinado.

El trabajo de investigación y desarrollo en el área de progresiones de aprendizaje es relativamente reciente, por lo que no existen muchas progresiones claramente establecidas y validadas en las diversas disciplinas científicas. Por ejemplo, en el caso particular de la química, las progresiones más desarrolladas se centran en los temas de estructura atómico-molecular (Smith *et al.*, 2006; Stevens *et al.*, 2010), propiedades de la materia (Liu and Lesniak, 2005; Wiser *et al.*, 2013) y el concepto de sustancia (Johnson and Tymms, 2011). También se han construido progresiones sobre temas no puramente químicos, pero relevantes en la enseñanza de la disciplina como ciclo del carbono (Mohan *et al.*, 2009) y energía (Lacy *et al.*, 2012). Como podemos ver, la investigación educativa sobre progresiones de aprendizaje esta en sus inicios y hay considerable trabajo por hacer. Por tanto, los siete artículos invitados incluidos en este número constituyen una contribución significativa al desarrollo de esta área emergente en educación química. Estos artículos han sido escritos por reconocidos pioneros en el tema y son representativos de la diversidad de perspectivas y metodologías en este campo de investigación.

El primer artículo en la serie, escrito por el investigador inglés Philip Johnson (2013), se centra en la descripción de una progresión de aprendizaje sobre el concepto de cambio químico. Esta progresión emerge primariamente del análisis de las respuestas a cuestionarios y entrevistas con alumnos de los grados 7, 8 y 9. En esta contribución se introducen ideas básicas sobre la metodología estadística de análisis de respuestas conocida como modelaje de Rasch, utilizada ampliamente en el desarrollo y validación de progresiones de aprendizaje. A partir de este análisis, Johnson presenta la progresión aparente de ideas claves a nivel macroscópico y submicroscópico relacionadas con el cambio químico.

En el segundo manuscrito, los investigadores taiwaneses Mei-Hung Chiu y Wen-Lung Wu (2013) presentan una metodología innovadora y alternativa para la construcción de

una progresión de aprendizaje sobre el concepto de transiciones de fase. Su método de trabajo se basa en una analogía con una estrategia de clasificación taxonómica comúnmente utilizada en biología conocida como “cladística”. Esta forma de trabajar les permite identificar concepciones alternativas que se pueden considerar como “primigenias”, ya que funcionan como ancestros comunes de otras ideas presentes en subsecuentes estadios de aprendizaje. Su estrategia les ayuda a distinguir los modelos mentales sobre transiciones de fase más dominantes en distintas etapas educativas.

En el artículo de los investigadores de la Universidad de Michigan, Shawn Stevens, Naomsoo Shin y Deborah Parker-Brown (2013), los autores nos presentan un ejemplo de una progresión de aprendizaje que busca caracterizar la evolución de las ideas de los estudiantes sobre un tema más amplio, como es la comprensión de la estructura, propiedades y comportamiento de la materia. En este ambicioso trabajo basado en el análisis de datos recolectados con alumnos de los grados 6, 7 y 8, los investigadores buscan establecer cómo los estudiantes establecen relaciones entre conceptos e ideas fundamentales en el aprendizaje de modelos sobre la materia, tales como conservación de la materia, energía, interacciones y equilibrio en sistemas de muchas partículas.

El siguiente artículo en la serie, escrito por los investigadores de la Universidad de Arizona, Iván Salinas y Kristin Gunckel, y de la Universidad de Montana, Beth Covitt (2013), presenta una perspectiva distinta en el análisis del conocimiento y las formas de razonar de los estudiantes. En particular, estos autores buscan caracterizar la progresión en el aprendizaje de ideas sobre solubilidad y presencia de sustancias en el agua desde una perspectiva de alfabetización ambiental. El objetivo es analizar el desarrollo de aquellos conocimientos y competencias sobre sustancias en el agua que sustentan la participación efectiva y productiva en discusiones públicas sobre manejo y protección de los recursos acuíferos en nuestro planeta.

En relación cercana con el artículo anterior, la contribución de Joyce Parker, Elizabeth de los Santos y Andy (Charles) Anderson (2013) de la Universidad Estatal de Michigan se centra en el análisis de la progresión en la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos de conservación de la materia y la energía en procesos de transformación que involucran átomos de carbono, tales como combustión, fotosíntesis y respiración celular. Estos autores generan una progresión de aprendizaje desde una perspectiva educativa que busca apoyar el desarrollo de conocimientos y competencias en el área de educación ambiental.

Los últimos dos artículos invitados se distinguen de los demás por su enfoque más general. Aunque utilizando diferentes marcos teóricos y metodologías, los autores de estos artículos se enfocan en el análisis de progresiones de aprendizaje del conjunto de conceptos e ideas que tradicionalmente definen el currículo de química escolar. En la contribución de Jennifer Claesgens, Kathlyn Scalise y Angie Stacy (2013), investigadores asociados con el proyecto Perspectivas

de los Químicos (Claesgens *et al.*, 2009), los autores nos presentan una descripción del largo proceso analítico que siguieron para desarrollar un sistema de evaluación y seguimiento de las ideas y formas de razonamiento de estudiantes de química. Por su parte, Xiufeng Liu (2013) de la Universidad Estatal de Nueva York en Búfalo describe el desarrollo de una progresión de aprendizaje que incluye nueve temas diferentes de química, la cual se basa en la comparación del nivel de dificultad de preguntas que utilizan modelos computacionales para explorar las ideas de los estudiantes sobre materia y energía, así como sobre modelos y modelado.

Esperamos que el conjunto de artículos invitados les sirvan de base y entrada a los lectores de *Educación Química* para explorar el tema emergente de Progresiones de Aprendizaje, el cual promete convertirse en un eje central en la investigación y desarrollo curricular en enseñanza de la ciencias en años venideros.

## Referencias

- Brown N. J. S., Nagashima S. O., Fu A., Timms M. & Wilson M. A framework for analyzing scientific reasoning in assessments, *Educational Assessment*, **15**(3), 142-174, 2010.
- Chiu, M. H. & Wu, W. L. A novel approach for investigating students' learning progression for the concept of phase transitions, *Educación Química*, **24**(4), 373-380, 2013.
- Claesgens, J., Scalise, K., Wilson, M. & Stacy, A. Mapping student understanding in chemistry: The perspectives of chemists, *Science Education*, **93**, 56-85, 2009.
- Claesgens, J., Scalise, K. & Stacy, A. Mapping student understanding in chemistry: The perspectives of chemists, *Educación Química* **24**(4), 407-415, 2013.
- Corcoran, T., Mosher, F.A. & Rogat, A. *Learning progressions in science: An evidence-based approach to reform*. Consortium for Policy Research in Education Report #RR-63. Philadelphia, PA: Consortium for Policy Research in Education, 2009.
- Duncan R. G. & Rivet A. E. Science learning progressions, *Science*, **339**(6118), 396-297, 2013.
- Duschl, R., Maeng, S. & Sezen, A. Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, **47**(2), 123-182, 2011.
- Furtak, E. M. Linking a Learning Progression for Natural Selection to Teachers' Enactment of Formative Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, **49**(9) 1181-1210, 2012.
- Johnson P. & Tymms P. The emergence of a learning progression in middle school chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, **8**(8), 849-877, 2011.
- Johnson, P. A learning progression towards understanding chemical change, *Educación Química*, **24**(4), 365-372, 2013.
- Lacy S., Tobin R., Wisner M. & Crissman S. Looking through the energy lens: a proposed learning progression for energy in grades 3-5, Artículo presentado en el Energy Summit, 2012, Accesado en Agosto 27, 2013, at <http://esummit-msu.net/content/looking-through-energy-lens-proposed-learning-progression-energy-grades-3-5>, 2012.
- Liu, X. & Lesniak, K. Students' progression of understanding the matter concept from elementary to high school, *Science Education*, **89**(3), 433-450, 2005.
- Liu, X. Difficulties of items related to energy and matter: Implications for learning progression in high school chemistry, *Educación Química*, **24**(4), 416-422, 2013.
- Mohan L., Chen J. & Anderson C.W. Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems, *Journal of Research in Science Teaching*, **46**(6), 675-698, 2009.
- Parker, J. M., de los Santos, E. X. & Anderson C. W. What learning progressions on carbon-transforming processes tell us about how students learn to use the laws of conservation of matter and energy, *Educación Química*, **24**(4), 399-406, 2013.
- Salinas, I., Covitt, B.A. & Gunckel, K. L. Sustancias en el agua: Progresiones de aprendizaje para diseñar intervenciones curriculares, *Educación Química*, **24**(4), 391-398, 2013.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Fortus, D., Davis, E. A., Kenyon, L. & Shwartz, Y. Developing a learning progression of scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, **46**(6), 632-655, 2009.
- Smith C., Wisner M., Anderson C. & Krajcik J. Implications of research on children's learning for standards and assessment: a proposed learning progression for matter and atomic-molecular theory, *Measurement*, **14** (1&2), 1-98, 2006.
- Stevens S., Delgado C. & Krajcik J.S. Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter, *Journal of Research in Science Teaching*, **47**, 687-715, 2010.
- Stevens, S. Y., Shin, N. & Peek-Brown, D. Learning progressions as a guide for developing meaningful science learning: A new framework for old ideas, *Educación Química*, **24**(4), 381-390, 2013.
- Wisner M., Fox V. & Frazier K. At the beginning was amount of material: a learning progression for matter for early elementary grades, In G. Tsaparlis and H. Sevian (eds.), *Concepts of matter in science education* (pp. 95-122), Dordrecht: Springer, 2013.