



ESTUDIO MONOGRÁFICO SOBRE LAS PROGRESIONES DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Jennyfer Andrea González Betancourt

Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
2023



ESTUDIO MONOGRÁFICO SOBRE LAS PROGRESIONES DE APRENDIZAJE EN LA
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Jennyfer Andrea González Betancourt

Trabajo de grado para optar al título de: Licenciado en Ciencias Naturales y Educación
Ambiental

Magister. Robinson Viafara Ortiz

Director Trabajo de Grado

Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
2023

Agradecimientos

A Dios quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante en este camino.

A mi tutor Robinson Viafara, por ser esa guía en este camino de la investigación, por su dedicación y paciencia, sin su acompañamiento no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada.

A mis amados padres, Luis Fernando y Lucia Andrea, quienes siempre me han brindado todo su apoyo y amor. Quienes siempre me han dado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos.

A Cristian Camayo, por ser mi compañero de vida, por apoyarme y acompañarme en este camino, y desde lo más profundo de mi corazón te agradezco por el amor, paciencia y compañía permanente.

A mi Univalle del alma por haberme permitido formarme en ella, por abrirme las puertas y permitirme conocer personas increíbles que aportaron a mi formación y fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Resumen

El presente trabajo es un estudio monográfico sobre las progresiones de aprendizaje, con la finalidad de entender y explorar las progresiones de aprendizaje, y así poder brindar un marco ampliado sobre ellas para próximas indagaciones académicas en las Ciencias Naturales. Esto se abordó por medio de una metodología cualitativa de carácter descriptivo en la línea del diseño educativo desde la perspectiva de las progresiones de aprendizaje (PA). Para poder dar respuesta primeramente se aborda cómo llegó la comunidad de educadores e investigadores a la noción de PA, así mismo se avanza hacia las conceptualizaciones que han tenido las PA a lo largo del tiempo, seguido se abarcan los tres tipos de enfoques que presentan las PA, a su vez, se presenta cuáles son los elementos que configuran a las PA, y finalmente se da a conocer en qué consiste la validación de las PA. Lo anterior puede permitir comprender que el trabajo sobre progresiones de aprendizaje busca capturar e informar el aprendizaje de los estudiantes en toda su complejidad, lo que permite comprender que las PA tiene gran potencial para la mejora de la educación científica.

Palabras Claves: Progresiones de Aprendizaje, Coherencia Curricular, Diseño Educativo, Educación Científica.

Abstract

The present work is a monographic study on learning progressions, with the purpose of understanding and exploring learning progressions, and thus being able to supply an expanded framework on them for future academic inquiries in the Natural Sciences. This was addressed through a qualitative descriptive methodology in line with educational design from the perspective of learning progressions (PA). To supply an answer, we first address how the community of educators and researchers came to the notion of PA and advance towards the conceptualizations that PA have had over time, followed by covering the three types of approaches that they present. the PAs, in turn, the elements that make up the PAs are presented, and finally what the validation of the PAs consists of is made known. The above may allow us to understand that the work on learning progressions seeks to capture and report student learning in all its complexity, which allows us to understand that PA has enormous potential for improving scientific education.

Keywords: Learning Progressions, Curriculum Coherence, Educational Design, ScienceEducation.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	9
2. Metodología.....	13
3. Las progresiones de aprendizaje	20
3.1 ¿Cómo se llegó a la noción de progresiones de aprendizaje?	20
3.2 Campos o pilares que fundamentan las progresiones de aprendizaje.....	22
3.2.1 Los aportes de la didáctica y los experimentos de enseñanza.	23
3.2.2 Los aportes de las teorías de la mente y desarrollometacognitivo	25
3.2.3 Los aportes de la investigación sobre el cambio conceptual	26
3.2.4 Los aportes de la pedagogía	27
3.1 Hacia la conceptualización de las progresiones de aprendizaje.....	28
3.2 Enfoques de las progresiones de aprendizaje	31
3.2.1 Progresiones de aprendizaje tipo escalonado o lineal.....	32
3.2.2 Progresiones de aprendizaje tipo espiral	34
3.2.3 Progresiones de aprendizaje tipo paisaje o panorámicas	36
3.3 ¿Qué elementos mínimos se deben tener en cuenta el diseño de una progresión de aprendizaje?.....	39
3.3.1 Un nivel superior o meta para alcanzar	39
3.3.2 Un nivel inferior	41
3.3.3 Niveles intermedios	41
3.3.4 Estrategias, actividades o recursos	43
3.4 La validación de las progresiones de aprendizaje.....	44
3.5 Revisión general de algunas progresiones de aprendizaje.....	46
3.5.1 Progresión de aprendizaje para la estequiometría	47
4. A manera de reflexión final	53
5. Referencias bibliográficas.....	55

Índice de tabla

Tabla 1. Unidad de muestreo	14
Tabla 2. Unidad de contexto	15

Índice de figuras

Figura 1. Representación de una progresión de aprendizaje con un enfoque escalonado (2017)	30
Figura 2. Representación de una construcción de las progresiones de aprendizaje en espiral (2021)	32
Figura 3. Representación de una progresión de aprendizaje con un enfoque paisaje (2009)	34

1. Introducción

La sociedad se vale de la educación para proyectar la cultura que desea en sus ciudadanos. En ese sentido, una sociedad como la actual, fuertemente impregnada de ciencia y tecnología, considera de gran importancia el desarrollo de una educación científica de calidad. No obstante, los resultados actuales de la educación científica no son del todo satisfactorios para la sociedad, tal como lo mencionan Álvarez, Arroyave & García, 2021 que presentan en su investigación un estado de la educación científica en Colombia, donde recalcan que hay un creciente interés por las formas en las que interaccionan los conocimientos científicos y tradicionales del país, pero aun así no hay una contextualización para el aprendizaje científico en el país.

Lo que ha llevado a que los sistemas educativos hayan propuesto continuas reformas en el currículum, con el fin de que este se vaya adecuando a incorporar las necesidades culturales de la sociedad actual y para que sea el medio por el cual la educación responda a ellas de forma adecuada (Osorio, 2017).

Como respuesta a lo anterior, los estudios curriculares son un campo emergente y distintivo que tiene como principal preocupación el generar un avance en la educación, disminuir la fragmentación de contenidos disgregados de la educación científica en la educación secundaria y ayudar a superar la insatisfacción de las necesidades de la sociedad y de los estudiantes específicamente (Osorio, 2017).

Por otro lado, en el contexto nacional, se han desarrollado diversas reformas curriculares y se tiene un fuerte sustento teórico en diferentes documentos curriculares para la educación científica. Sin embargo, los cambios en los resultados en pruebas

estandarizadas no son los esperados y ponen en duda la calidad de la educación científica en nuestro país.

Lo anterior, es una situación compleja y se debe a diferentes factores difíciles de cuantificar. En cambio, esta situación no es nueva ni exclusiva del contexto colombiano y está relacionada con la desarticulación de la teoría con la práctica de la realidad educativa, es decir, guarda relación con la falta de coherencia curricular generada por la insuficiente alineación entre los elementos fundamentales del currículum de ciencias a nivel nacional e institucional. A pesar de que la complejidad de esta situación no puede ser resuelta por medio de una sola alternativa, es importante destacar la necesidad de que los docentes tengan alternativas viables y sostenibles para articular estas reformas con las dinámicas escolares y de aula.

En ese sentido, la investigación educativa ha proporcionado una variedad de alternativas para que estos cambios curriculares sean viables y sostenibles de ser llevados al aula. Esto se puede dar a través de instrumentos metodológicos que le permitan al docente realizar diseños y desarrollo de propuestas de enseñanza con coherencia curricular y que respondan a las particularidades de los contextos educativos y los intereses o necesidades de los estudiantes.

Dentro de estos instrumentos se destacan las progresiones de aprendizaje (PA, como se llamarán de ahora en adelante), las cuales muestran una singularidad para el diseño de propuestas de manera progresiva y longitudinal.

Una de las dificultades del planteamiento de estas PA es el aspecto relacionado con la experiencia y el tiempo que demandan para su construcción y validación. En ese sentido, surgen las progresiones de aprendizaje que son entendidas como herramientas

novedosas dentro del diseño de la enseñanza, ya que permiten el diseño de la enseñanza de manera progresiva y longitudinal, a partir de los aportes del campo de fundamentación y brindando información a los docentes sobre el posible proceso que transcurren los estudiantes desde las etapas iniciales de aprendizaje hasta la comprensión profunda de los conceptos y procesos de la educación científica.

En relación con el uso de las PA se ha notado un crecimiento a nivel internacional en trabajos como Fortus y Krajcik y Mohan y Plummer ambos en el 2012, mientras en la educación científica a nivel nacional, se puede anotar que según la revisión de fuentes bibliográficas existe un bajo aprovechamiento de sus potencialidades por parte del profesorado. Este desaprovechamiento de sus potencialidades se debe en gran medida por el desconocimiento generalizado en el profesorado en ejercicio por su reciente incursión en el contexto nacional. Esto es ocasionado porque las PA es un campo de investigación y desarrollo relativamente joven, y solo hay un bajo número de progresiones de aprendizaje existentes, y aún menos que se hayan articulado y probado por completo (Fortus & Krajcik, 2012).

En consecuencia, a todo lo que se ha mencionado, se propone realizar un estudio monográfico con relación a las PA. Esto se realiza con la finalidad de entender y explorar las progresiones de aprendizaje, y así poder brindar un marco ampliado sobre ellas para próximas indagaciones académicas en las Ciencias Naturales, y así poder contribuir a reducir el desconocimiento de este instrumento metodológico en el profesorado en ejercicio y en formación inicial, brindando bases para fortalecer su aprovechamiento en los contextos educativos nacionales. Las progresiones de aprendizaje pueden proporcionar el marco para ayudar a los diseñadores a decidir qué

objetivos de aprendizaje son críticos para un tema, cuáles son secundarios y cuáles no son esenciales, y cómo estos objetivos de aprendizaje deben secuenciarse para proporcionar coherencia (Fortus & Krajcik, 2012).

La presente monografía se realiza en el marco de la coherencia curricular como la alineación de las ideas específicas, la profundidad con la que se estudian las ideas y la secuenciade los temas dentro de cada grado y entre los grados; y tiene como finalidad de este estudio monográfico es entender y explorar las progresiones de aprendizaje con el fin de brindar un marco ampliado sobre ellas para próximas indagaciones académicas en las Ciencias Naturales, como instrumento de recolección de los datos se utilizará de fichas bibliográficas por medio de una revisión de análisis de contenido.

2. Metodología

Partiendo desde el planteamiento de la idea de estudio, se pone el énfasis en la importancia de producir un estudio monográfico en el campo de la línea de los estudios de diseño de la enseñanza y específicamente relacionado con las progresiones de aprendizaje en las ciencias naturales. Lo anterior con el fin de brindar un marco actualizado sobre estos instrumentos metodológicos con aras de ayudar a su difusión para la fundamentación de futuras construcciones de diseño de la enseñanza.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo monográfico se tuvo en cuenta el desarrollo de una metodología con enfoque cualitativo, dado que permite la recolección y el análisis de los datos prácticamente en paralelo, esta recopilación de la información se realizará por medio de la técnica de análisis de contenido, dado que es una técnica sistemática, objetiva, replicable y en la cual se valida la información. Este tipo de metodología son apropiados para un estudio monográfico, ya que se adapta a la realidad del contexto permitiendo ese contacto de ese contexto con el investigador.

En relación con su alcance y teniendo en cuenta la escasez de este tipo de elaboraciones o estudios, se plantea un alcance de tipo exploratorio que sirva de base a futuras indagaciones. En relación con el manejo de las fuentes de información se plantea el uso de la técnica del análisis de contenido, ya que es una técnica de interpretación profunda de textos de diferente naturaleza.

Con relación a la técnica de análisis de contenido, se puede decir que se basa en la lectura como instrumento de recogida de información. Esta lectura debe ser:

sistemática, objetiva, replicable, y válida. Esto con la intención de que los datos expresos (lo que el autor dice) como de los latentes (lo que dice sin pretenderlo) cobren sentido y puedan ser captados dentro de un contexto. En ella se tendrán en cuenta unidades de muestreo, contexto y análisis para la construcción del cuerpo teórico de la monografía.

En el proceso de selección de la muestra bibliográfica que será utilizada como fuente documental para el desarrollo del estudio monográfico es necesario plantear algunos criterios. El primer criterio consiste en el idioma de publicación, en este caso se realizó una recopilación bibliográfica de un conjunto de investigaciones realizadas principalmente en inglés, alemán y español. El segundo criterio es el lugar de difusión o publicación, en ese sentido, se abordaron publicaciones indexadas que cuentan con evaluación por pares y materiales audiovisuales desarrollados por instituciones de reconocido prestigio académico, la difusión del documento en línea en base de datos o en buscadores académicos ofrecidos por la universidad o que son de libre acceso. El tercer y último criterio fue el periodo de publicación ubicado entre los años 2007 y 2023.

Para el cumplimiento del primer criterio, se hace uso de diferentes traductores gratuitos online. En ese sentido, en forma general se hizo uso del traductor de Google, dado que permite traducir el documento de forma completa, teniendo como ventaja que contempla la traducción de toda la frase en su conjunto y no separa las oraciones en palabras a la hora de traducirlas. Sin embargo, en situaciones específicas se hizo uso de traductores más precisos como Cambridge Dictionary, el cual es útil para traducir con más exactitud palabras o frases que generen duda o sean consideradas como unidades de análisis.

En el cumplimiento del segundo criterio para el proceso de búsqueda, revisión y selección de la literatura seleccionada, implicó tener en cuenta su realización en base de datos como: Education Database, Centro de Información de Recursos Educativos (ERIC) y Springerlink, que son bases de datos a la cual la Universidad del Valle se encuentra suscrita. Por otro lado, también se realizó la búsqueda en base de datos de acceso libre como lo son: Google académico, Dialnet, Latindex. Open Science Directory, Redalyc y Scientific Electronic Library Online (SCIELO). En el uso de estas bases de datos se usaron palabras claves en inglés que hacen referencia a la progresiones de aprendizaje.

En cuanto al tercer criterio, aunque se maneja un intervalo de años entre 2007 y 2023, se trató en la brevedad de lo posible trabajar con publicaciones recientes, pero no se dejó de lado publicaciones que permiten dar cuenta de esas primeras investigaciones que dieron origen a las progresiones de aprendizaje.

Por todo lo anteriormente mencionado, en la metodología se utilizan unidades de muestreo y de contexto, las primeras de ella son aquellas que permiten ver porciones amplias del observado que luego serán analizadas, la segunda es la porción de la unidad de muestreo que tiene que ser examinada para poder caracterizar una unidad de registro.

Tabla 1. *Unidad de muestreo.*

Fuente	Tema
Libro	Alfabetización científica Grandes ideas Elementos de las PA
Capítulo de libro	Progresiones de aprendizaje Coherencia curricular Alfabetización científica Teorías de la mente y desarrollo metacognitivo Conceptualización PA Enfoque de las PA
Artículo	Currículo Coherencia curricular Grandes ideas Didáctica y experimentos de enseñanza Teorías de la mente y desarrollo metacognitivo Cambio conceptual Pedagogía Conceptualización PA Enfoque de las PA Elementos de las PA
Tesis o Trabajo de grado	Coherencia curricular Didáctica y experimentos de enseñanza Enfoque de las PA Elementos de las PA

Tabla 2. Unidad de contexto.¹

Autor	Título	Tema
Margarita Osorio Villegas (2017) (A)	El currículo: Perspectivas para acercarnos a su comprensión	Currículo
David Fortus y Jose Krajcik (2012) (Cl)	Curriculum Coherence and Learning Progressions	Progresiones de aprendizaje
Boris Fernando Candela Rodríguez y Roosevelt Cataño Pereira (2017) (T)	Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada	Coherencia curricular
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	
David Fortus y Jose Krajcik (2012) (Cl)	Curriculum Coherence and Learning Progressions	
Roberto Trinidad (2012) (A)	La coherencia curricular, la interdisciplinariedad y los Estudios Generales	
Alicia C. Alonso y Amelia Wenk Gotwals (2012) (Cl)	Learning Progressions in Science: Current Challenges and Future Directions	Alfabetización científica
Boris Fernando Candela Rodríguez (2018) (L)	La ciencia del diseño educativo	
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	Grandes ideas
Boris Fernando Candela Rodríguez (2018) (L)	La ciencia del diseño educativo	
Richard A. Duschl (2019) (A)	Learning progressions: framing and designing coherent sequences for STEM education	
John Alexander Cossio Moreno (2018) (T)	Tradiciones o culturas pedagógicas: del contexto europeo y norteamericano al conocimiento pedagógico latinoamericano	Didáctica y experimentos de enseñanza
Karl Heinz Arnold (2012) (A)	Didactics, Didactic Models and Learning	
Glenn Hultman, Ragnhild Löfgren y Jan Schoultz (2012) (A)	Subject Didactics in Practice – Hidden in the Process	

¹ Se presenta la simbología de Tipo de fuente documental consultada:

L: Libro

Cl: Capítulo de libro

A: Artículo

T: Tesis o Trabajo de grado

Shawn Y. Stevens, Namsoo Shin y Deborah Peek-Brown (2013) (A)	Learning progressions as a guide for developing meaningful science learning: A new framework for old ideas	
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	Teorías de la mente y desarrollo metacognitivo
Lindsey Mohan y Julia Plummer (2012) (CI)	Exploring Challenges to Defining Learning Progressions	
Juan Ignacio Pozo (1999) (A)	Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional	Cambio conceptual
Iván Salinas (2009) (A)	Learning progressions in science education: Two approaches for development	
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	Pedagogía
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	Conceptualización PA
Roseman J. E., Caldwell, A., Gogos, A., Kuth, L. (2006) (A)	Mapping a Coherent Learning Progression for the Molecular Basis of Heredity	
Smith, Wiser, Anderson y Krajcik (2006) (A)	Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory	
Shavelson & Kurpius (2012) (A)	Reflections on Learning Progressions	
Kinoshita, H., & Utani, R. (2021) (A)	Learning progressions in lower-secondary school science education in Japan	
Upahi, J.E., Ramnarain, U. (2022)	Evidence of Foundational Knowledge and Conjectural Pathways in Science Learning Progressions	
Lindsey Mohan y Julia Plummer (2012) (CI)	Exploring Challenges to Defining Learning Progressions	
Iván Salinas (2009) (A)	Learning progressions in science education: Two approaches for development	Enfoque de las PA
Lois Ruth Harris, Lenore De y Claire Wyatt-Smith (A)	Learning Progression-Based Assessments: A Systematic Review of Student and Teacher Uses	

Cataño (2017) (T)	Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada	
Ángela Borrero García (2021) (T)	Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la promoción de hábitos saludables: Una propuesta de enseñanza para la básica primaria	
Lindsey Mohan y Julia Plummer (2012) (CI)	Exploring Challenges to Defining Learning Progressions	Elementos de las PA
Joseph S. Krajcik (2012) (CI)	The Importance, Cautions and Future of Learning Progression Research	
Carol Smith, Marianne Wiser, Carlos W. Anderson y Jose Krajcik (2006) (A)	Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic molecular theory	
Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) (A)	Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis	
Alicia C. Alonzo, Teresa Neidorf & Charles W. Anderson (2012) (CI)	Using Learning Progressions To Inform Large-Scale Assessment	
Cataño (2017) (T)	Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada	Validación de las PA
Ángela Borrero García (2021) (T)	Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la promoción de hábitos saludables: Una propuesta de enseñanza para la básica primaria	

Es importante mencionar que las unidades de registro no aparecen consignadas en tablas, debido a que hacen parte del cuerpo del documento monográfico en el tercer capítulo.

3. Las progresiones de aprendizaje

El siguiente capítulo tiene como objetivo dar a conocer como la comunidad de educadores e investigadores que tienen como principal preocupación la mejora en la educación científica ve a las PA como un marco prometedor para aportar coherencia a la educación. Por lo que la comunidad ha mostrado un interés considerable en las progresiones del aprendizaje; sin embargo, como ocurre con cualquier modelo nuevo de investigación, existen desafíos, por lo cual en el desarrollo de este capítulo se estará abordando puntos que permiten conocer y comprender más a este nuevo modelo que se aplica a la enseñanza.

3.1 ¿Cómo se llegó a la noción de progresiones de aprendizaje?

Las reformas de la educación científica han planteado grandes retos tanto a maestros como investigadores. Uno de estos retos es el poder obtener la coherencia curricular como uno de los principios para tener el deseado éxito educativo en la enseñanza de las ciencias. Otro reto ha sido el poder plantear propuestas que le permitan al docente prescribir el diseño de materiales curriculares y de enseñanza en pro de asegurar la obtención de dicha coherencia curricular.

En ese sentido, la mencionada coherencia curricular se ha considerado como uno de los factores determinantes para el éxito de los estudiantes tanto en sus procesos de aprendizaje y formación (Candela & Cataño, 2019). Al respecto, Duschl, Maeng & Sezen (2011) retoma a Schmidt, Wang & McKnight (2005) para describirla como la alineación de las ideas específicas, la profundidad con la que se estudian las ideas y la

secuencia de los temas dentro de cada grado y entre los grados. Además, la propone como un elemento necesario de tener en cuenta al diseñar un material curricular. Por otro lado, se considera que la falta de coherencia curricular en el diseño de la enseñanza y en sus materiales puede llegar a afectar negativamente la comprensión del currículo de ciencias por parte de los estudiantes, y junto con ello el no generar oportunidades de aprendizaje y habilidades científicas (Duschl, Maeng & Sezen, 2011)(Fortus & Krajcik, 2012) (Candela & Cataño, 2019).

Cabe resaltar que el diseño curricular responde a las necesidades de la comunidad, sociedad y a las características particulares de un país o región, y es por ello por lo que se toma en consideración los aspectos lingüísticos, culturales y sociales con el fin de dar respuesta a los objetivos del sistema educativo nacional. Por lo que se debe tener en cuenta que para poder realizar con éxito el diseño curricular se debe dar respuesta a los siguientes interrogantes: el cómo se hará, cuáles serán los pasos que seguir, qué recursos se necesitarán para su implantación, quién tendrá responsabilidad de la ejecución del currículo, entre otros. Según Trinidad, R. (2012):

El planeamiento curricular no puede ser visto como un proceso independiente o aislado; por el contrario, debe visualizarse de forma coherente e interdisciplinaria. Ello consistirá en recolectar aquellas necesidades y aspiraciones de la sociedad para darles forma a través de una respuesta educativa, mediante la organización de experiencias de aprendizaje que conduzcan a educando al desarrollo o fortalecimiento de sus competencias, capacidades, valores, actitudes y destrezas (pág. 2).

Por lo tanto, se da la oportunidad de desarrollar la comprensión y las habilidades coherentes necesarias para desarrollar la alfabetización científica (Alonzo & Gotwals, 2012)(Candela, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, el enfoque de las progresiones de aprendizaje para el diseño y su alineación con el plan de estudios y la enseñanza se basan en las teorías del conocimiento básico que tienen en cuenta la cognición, el desarrollo y el aprendizaje en los estudiantes. Es por ello por lo que el principal objetivo de las progresiones de aprendizaje es que se construyan en torno a grandes ideas generativas y centrales que son fundamentales no solo para la disciplina científica, sino que apoyan el aprendizaje de los estudiantes. A estas Duschl las denomina como las grandes ideas de las ciencias y sobre las ciencias (Duschl, Maeng & Sezen, 2011) (Alonzo & Gotwals, 2012).

En síntesis, es importante destacar que los investigadores que respaldan las progresiones de aprendizaje, dan prioridad al abordaje en ellas de grandes ideas generativas, que requieren períodos prolongados de tiempo y tratan o acometen contenidos estructurantes, lo cual es muy relevante no solamente para adquirir conocimiento básico de las ciencias, sino para comprender los problemas de tipo socio científicos y lograr la alfabetización científica (Alonzo & Gotwals, 2012).

3.2 Campos o pilares que fundamentan las progresiones de aprendizaje

Dicho lo anterior es por ello que existen varios campos o pilares que han influido en el pensamiento y el encuadre del aprendizaje de las ciencias en torno a las progresiones del aprendizaje, desde la visión anglosajona se ha establecido que para el

surgimiento de las progresiones de aprendizaje se han tenido en consideración estos dominios o pilares que influyeron significativamente: didáctica y experimentos de enseñanza, la teoría de la mente, la investigación sobre el cambio conceptual y la pedagogía. Estos campos trabajan juntos para crear una secuencia coherente de objetivos de aprendizaje que se complementan entre sí y ayudan a los estudiantes a desarrollar una comprensión profunda sobre las grandes ideas de y sobre las ciencias, llevando a la creación de las progresiones de aprendizaje (Duschl, 2019). A continuación, se amplía cada uno de estos pilares o campos con el fin de conocer cómo cada uno de ellos aporta a las progresiones de aprendizaje.

3.2.1 Los aportes de la didáctica y los experimentos de enseñanza.

En el contexto anglosajón, la idea de didáctica se ve como campo de reflexión e investigación de la enseñanza, no es un concepto inusual, ya que ha sido reemplazado por el concepto de currículo y las teorías curriculares, dado que está orientado hacia la organización de la educación. Para autores, como lo son Díaz Barriga (1999) y Noguera (2010) (Citados en Cossio, 2018) la investigación en didáctica se ve desde tres ámbitos: las investigaciones sobre la enseñanza y el profesor, la cual se enfoca en el desarrollo de la práctica docente; las investigaciones sobre buenas prácticas, donde se ve involucrado las conductas, creencias y conocimientos de los profesores; y las investigaciones sobre los conocimientos históricos de los alumnos, se interesa por cómo los estudiantes comprenden y dan sentido a lo que aprenden.

En ese sentido, los experimentos didácticos surgen dentro del desarrollo de diferentes campos, entre ellos el de la didáctica. Es un campo muy importante en

diferentes aspectos de la educación científica, tales como: la formación de docentes, los aspectos curriculares, el desarrollo y ejecución de planes de estudios, y los estudios de diseño, y ello se debe a que fundamentan la toma de decisiones curriculares y las decisiones y el pensamiento en acción de los profesores en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Arnold, 2012). Además, contribuyen a que los profesores mejoren su conocimiento profesional y profundicen su conocimiento de la didáctica, y junto con ello pueden conducir a métodos de enseñanza significativos y que brinden mejores resultados de aprendizaje para los estudiantes (Hultman, Löfgren & Schoultz 2012).

En ese sentido, la didáctica y los experimentos de enseñanza han generado grandes aportes al desarrollo del constructo de las progresiones de aprendizaje. Las PA no solo se enfocan únicamente en lo que aprendieron los estudiantes finalmente, sino que también da ese apoyo a ilustrar cómo las ideas se construyen unas sobre otras creando nuevos niveles de comprensión (Hultman, Löfgren & Schoultz 2012)(Stevens, Shin & Peek-Brown, 2013). Y la didáctica conduce a un conjunto de pautas que tiene en cuenta el para qué y cómo enseñar, y junto con ello se genera un modelo flexible que pueden adaptarse a las diferencias y, por lo tanto, ser útil en el proceso de enseñanza.

Las PA y la didáctica, junto a los experimentos de enseñanza, presentan elementos en relación con la transición de nivel del desarrollo conceptual de los estudiantes y los procesos que llevan a un escenario o un camino para aprender una nueva idea. Es así que la didáctica y los experimentos de enseñanza son una buena fuente para identificar caminos conjeturales de aprendizaje que pueden llegar a ser examinados en las progresiones de aprendizaje, permitiendo así comprender que la dimensión didáctica permite probar la eficacia de las progresiones de aprendizaje

(Duschl, Maeng & Sezen, 2011) (Stevens, Shin & Peek-Brown, 2013).

3.2.2 Los aportes de las teorías de la mente y desarrollometacognitivo

Las teorías de la mente son las que permiten la comprensión del conocimiento y del cómo los estudiantes en este caso interpretan lo que sucede en cuanto a su mundo, es decir, los fenómenos naturales. Las diferentes teorías de la mente nos recuerdan que los estudiantes son cualquier cosa menos mentes vacías, dado que ellos son capaces de notar patrones y atributos en el mundo natural, y lograr vincularlos con los conceptos científicos, desarrollando explicaciones de los fenómenos y razonamiento sobre ideas de las ciencias de manera significativa (CNR, 2007) (Citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011).

En esa misma línea se tiene que las diferentes investigaciones sobre el desarrollo cognitivo se convierten en un recurso que aporta sobre cómo se lleva a cabo el conocimiento y las capacidades de razonamiento en que tienen los estudiantes en la educación (Metz, 2009) (Citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011). Donde se vuelve necesario construir objetivos de aprendizajes que lleven a entender y comprender, el hacer de la ciencia y cómo se desarrolla el conocimiento científico en el ámbito escolar.

Lo anterior, se logra creando caminos que guíen el aprendizaje, y es así como lo realizan las progresiones de aprendizaje, donde se conciben ciclos estratégicamente desarrollados y secuencias de actividades de enseñanza que guían el aprendizaje. Gracias al aporte de las teorías de la mente y el desarrollo cognitivo se logra un enfoque a la organización y alineación del aprendizaje de las ciencias.

Es por ello, que los educadores e investigadores han recomendado que las PA sean diseñadas en torno a las ideas generativas y centrales. Es decir, ideas que permitan el crecimiento y desarrollo de la comprensión conceptual y las prácticas científicas, que siempre involucran a los estudiantes en la construcción del aprendizaje (Mohan & Plummer, 2012). La investigación sobre el pensamiento y el aprendizaje de los estudiantes es una fuente de información esencial y que se ve abordado en los niveles de una PA.

3.2.3 Los aportes de la investigación sobre el cambio conceptual

Según el autor Pozo (1999) el cambio conceptual hace referencia a la sustitución o modificación de los conceptos que posee una persona, así como a la transformación que tienen los conceptos usados. Así mismo, Pozo (1999) afirma que el cambio conceptual es el producto cuando se va dejando de lado presupuestos y creencias, lo que implica un cambio en cómo los estudiantes entienden y comprenden los fenómenos científicos.

Las PA le deben bastante a la investigación en el cambio conceptual y esto se debe a que gracias a ella se ha logrado comprender que los niños tienen conocimientos sobre cómo se organiza la naturaleza y cómo se hace la ciencia. La investigación del cambio conceptual siempre ha tenido fuertes lazos con la filosofía de la ciencia.

La literatura sobre cambio conceptual proporciona una idea inicial de cómo se ha utilizado el término de PA, puesto que en la investigación sobre el cambio conceptual se han encontrado autores que mencionan grandes ideas desarrolladas a lo largo de un tiempo mencionando variables de progreso, entre otros más puntos que dan

indicio de la relación que manejan las PA con el cambio conceptual.

El aporte del cambio conceptual a las PA se encuentra principalmente en la discrepanciacognitiva, puesto que cuando se genera un conflicto en el estudiante entre lo que sabe sobre un fenómeno natural y la explicación científica a ese fenómeno natural, va a generar si se lleva de manera adecuada como lo propone la PA, cambios en la comprensión conceptual del estudiantefrente a ese fenómeno natural Pozo (1999) (Salinas, 2009).

3.2.4 Los aportes de la pedagogía

Para la comunidad de educadores e investigadores ha existido un interrogante que consiste en ¿Cómo establecer medidas que permitan mejorar el éxito de los modelos curriculares? En ese sentido, la pedagogía puede aportar grandes beneficios para mejorar la calidad general de la enseñanza y lograr que los estudiantes sean más activos y responsables de su proceso de aprendizaje. Según Learning Journals (citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) una pedagogía bien desarrollada ayuda a impartir una educación a los estudiantes por medio delrespeto y estimulo de una gran variedad de estilos de aprendizaje.

De acuerdo lo anterior, se ha podido establecer que las PA requieren de un fuerte componente pedagógico, dado que de esa manera tendrán en cuenta los posibles desempeños delos estudiantes que servirán como marcos para dichos aprendizajes, dado que permiten situar, apoyar y contextualizar el proceso de aprendizaje (Duschl, Maeng & Sezen, 2011).

Para concluir este apartado, es necesario recalcar que cada uno de estos campos ha sido fundamental en la historia y desarrollo de las PA. Ya que han influido en el pensamiento y marcode la educación en ciencias. Cabe mencionar que este apartado tiene como fin mostrar una breve introducción a los aportes de cada uno de estos campos, dado que su abordaje profundo requeriría un desarrollo más complejos y completos. Por otro lado, a continuación, se presenta el camino que se ha recorrido hacia una conceptualización de las progresiones de aprendizaje.

3.1 Hacia la conceptualización de las progresiones de aprendizaje

Los diferentes avances en los campos anteriormente mencionados han sido pilares determinantes que han llevado tanto a académicos como a investigadores del campo de la educación a posturas sobre que la enseñanza debe coordinarse y secuenciarse con las posibles progresiones en el aprendizaje de los estudiantes (Duschl, Maeng & Sezen, 2011). En ese sentido, a continuación, se desarrolla la evolución histórica del concepto de las progresiones de aprendizaje.

Al respecto, en primera instancia podemos afirmar que el concepto de PA está en construcción y desarrollo. Esto se debe a que, han recibido diferentes nombres a lo largo de la historia, los investigadores y académicos tratan de atribuirle un solo nombre, por lo que actual e internacionalmente son conocidas como Progresiones de Aprendizaje. Sin embargo, a lo largo del tiempo han existido modelos o herramientas parecidas que han tenido denominaciones diferentes, lo que permite indicar que es un término polisémico. Este modelo emergente ha sido promocionado como uno de los más prometedores para mejorar la enseñanza de las ciencias en las instituciones

educativas (Mohan & Plummer, 2012).

En los tres siguientes párrafos, se brinda un informe cronológico de la conceptualización que se le ha dado a las PA y cómo su concepto ha evolucionado a lo largo de la literatura o del tiempo. Inicialmente, autores como Driver, Leach, Scott y Wood-Robinson (1994)(citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) se referían a ellas como trayectorias conceptuales y Brown (1997)(citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) corredores de desarrollo.

Ya en los años 2006 y 2007 es cuando el término progresiones de aprendizaje toma fuerza. En ese sentido, En el año 2006, autores como Wilson y Berthenthal (2006)(Citado en Mohan & Plummer, 2012) definieron las PA como *"descripciones de formas de pensar cada vez más sofisticadas sobre una idea que se suceden a medida que los estudiantes aprenden: exponen palabras y ejemplifican lo que significa avanzar hacia una comprensión más experta"* (pág. 143). En ese mismo año, Roseman, Caldwell, Gogos & Kuth (2006) las describen como una secuencia de ideas que va desde la primaria hasta la secundaria. Así mismo, Smith, Wiser, Anderson y Krajcik (2006) definieron las PA como *"descripciones de formas de razonamiento cada vez más sofisticadas dentro de un dominio de contenido basado en síntesis de investigación y análisis conceptuales"* (pág. 2).

Mientras que, en el año 2007, Duschl, Schweingruber y Shouse (2007)(Citado en Mohan & Plummer, 2012) definieron las PA como *"descripciones de formas de pensar cada vez más sofisticadas sobre un tema que pueden sucederse a medida que los niños aprenden e investigan un tema durante un periodo de tiempo amplio"* (Pág. 140). Por otro lado, Stevens, Shin, Delgado, Krajcik y Pellegrino (2007) las definieron

como *"una secuencia estratégica que promueve tanto la ramificación como la formación de conexiones entre ideas relacionadas con un concepto científico central"* (Pág. 4). Mientras que, Duschl & Grandy (2008) (Citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) mencionan que las progresiones de aprendizaje son *"descripciones de formas de pensar cada vez más sofisticadas acerca de cómo los alumnos desarrollan conceptos y prácticas disciplinarios clave dentro de un nivel de grado y en varios grados"* (Pág. 18).

En este proceso de consolidación de las PA a partir del año 2009, se inicia el desarrollo de eventos académicos en relación con ellas. En ese sentido, Corcoran (2009) (Citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) definió las PA como *"hipótesis comprobables y fundamentadas empíricamente sobre cómo la comprensión y la capacidad de los estudiantes para utilizar los conceptos científicos básicos, las explicaciones y las prácticas científicas relacionadas crecen y se vuelven más sofisticadas con el tiempo"* (Pág. 23).

Ya en el año 2012, Shavelson & Kurpius (2012) describen una progresión de aprendizaje como *"una secuencia de formas de razonamiento cada vez más complejas sobre un conjunto de ideas y afirmamos que los alumnos pasan de principiantes a expertos después de una experiencia y práctica extensas"* (Pág. 3).

Después de este periodo de tiempo, se deriva un proceso de disminución sobre el debate en relación con la conceptualización de las PA. Sin embargo, recientemente Kinoshita & Utani, (2021) se refirieron a los PA como "hipótesis" o "modelos" de cómo se desarrolla el aprendizaje en un dominio particular. Mientras que Upahi & Ramnarain (2022) las concibe como descripciones hipotéticas sobre cómo la

comprensión de los estudiantes de las grandes ideas puede aumentar en sofisticación durante un período prolongado de tiempo.

De acuerdo con esta revisión histórica, se puede concluir que la conceptualización de las PA se centra en describir cómo va cambiando la comprensión, la forma de pensar y la capacidad de hacer o actuar del niño sobre una gran idea a lo largo de un tiempo con el supuesto de que ella se desarrolle de un nivel menor a otro de nivel mayor de complejidad. Es decir, la descripción del cambio en la representación que el niño pueda llegar a lograr de esa gran idea a lo largo del tiempo. Cabe destacar que lo anterior, no implica que dicho cambio en el pensamiento del niño deba incluir más conceptos o ideas que aumente su nivel de dificultad.

Aunque aparentemente exista una convergencia en la conceptualización básica de las PA, pero con ciertos matices diferenciadores que han llevado a educadores e investigadores al surgimiento de diferentes enfoques para desarrollarlas en aspectos educativos y curriculares. Con base en estos matices se distinguen tres diferentes enfoques en la literatura especializada que se presentan en el siguiente apartado.

3.2 Enfoques de las progresiones de aprendizaje

Se debe de mencionar que las PA, por su naturaleza son de carácter hipotético, debido a que son modelos conjeturales de aprendizaje que a lo largo del tiempo necesitan y deben ser validados. Dentro de las PA, se pueden encontrar tres tipos, las cuales pueden ser: escalonadas, espiral o paisaje, cada una de ellas presentan características que les permite tener diferentes propósitos según el uso que se les den. A continuación, se ampliará cada tipología.

3.2.1 Progresiones de aprendizaje tipo escalonado o lineal

Cuando se habla de escalado hace referencia a avance o ascenso a niveles superiores, y junto con ello a el aumento a niveles de intensidad que genere al estudiante un conflicto al pasar al siguiente nivel, es decir, desde el cambio conceptual, que en el estudiante se pueda generar una discrepancia cognitiva entre lo que él sabe y la explicación científica del fenómeno natural, generando cambios en la comprensión conceptual del estudiante (Salinas, 2009).

Este enfoque, también es conocido como lineal, y esto se debe a que las progresiones de aprendizaje de tipo escalonado se desarrollan de forma lineal y progresiva durante un periodo de tiempo. Autores como Duncan & Rivet (2018) (citado en Harris, Adie & Wyatt-Smith, 2022) se refieren a este enfoque de esta forma, de tipo lineal, puesto que para ellos muchas representaciones de las PA tienen un movimiento de tipo lineal escalonado.

El autor Cataño (2017) menciona que este tipo de enfoque en las PA se caracteriza por tener un carácter empírico y una naturaleza exploratoria el cual permite que los estudiantes sean partícipes de su proceso de aprendizaje. A lo anterior, Salinas (2009) le suma que este tipo de enfoque presenta un componente analítico, que permite obtener una reflexión que da un carácter hipotético a la PA, y así se genere una base sólida empírica del desarrollo de las ideas de los estudiantes.

En cuanto a su composición, las PA que usan este enfoque desarrollan un dominio principal o gran idea que dan una representación acerca de cómo pensar el mundo (Smith et al, 2006) (citado en Salinas, 2009). Esa gran idea va acompañada de unas anclas inferiores, superiores, y dentro de estas anclas se encuentran diversos

niveles intermedios en los cuales se desarrolla la gran idea (Salinas, 2009). Por otro lado, Cataño, (2017) nos aporta una representación gráfica de una progresión de aprendizaje escalonada, que se puede apreciar en la figura 1.

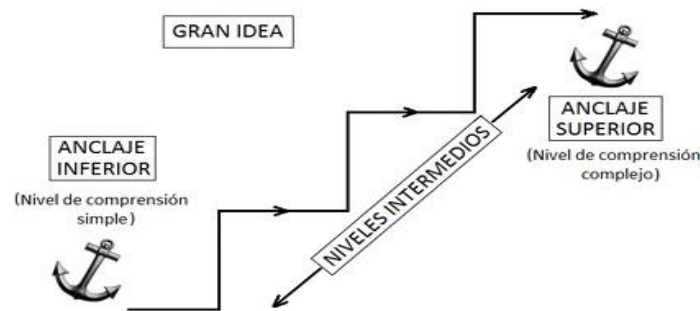


Figura 1. Representación de una progresión de aprendizaje con un enfoque escalonado (Tomado de Cataño (2017)).

Según Cataño (2017) entre los alcances que presenta este tipo de enfoque, se destaca que: su estructura permite caracterizar mejor a los estudiantes, esto debido a que este enfoque permite obtener un informe de cómo los estudiantes demuestran su comprensión en el contexto de aprendizaje en el que se encuentran, sumado a lo anterior, desde las ciencias este enfoque permite conocer cómo los estudiantes construyen y cambian los modelos de los fenómenos de la naturaleza.

Finalmente, en cuanto a las limitaciones del enfoque, una limitación importante surge de la investigación realizada por los autores Harris, Adie & Wyatt-Smith (2022) donde mencionan que de las muestras seleccionadas y los diseños que tomaron en su investigación, la mayoría de la evidencia proviene de estudios a pequeña escala y que están basados en contextos específicos de estados unidos, y poco de esos casos partían desde las ciencias naturales, por lo que se necesitan más investigaciones que hagan uso de PA con un enfoque escalonado y enfocado hacia las asignaturas que abarquen áreas principales como las ciencias naturales. Por otro lado, está el nivel de detalle que la

mayoría de las fuentes proporcionaron sobre las PA de tipo escalonado, pues diversos autores que manejan este enfoque no dejan claro cómo las desarrollan, y como se reflejó los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

3.2.2 Progresiones de aprendizaje tipo espiral

Para Bruner (1988) (citado en Borrero, 2021) este tipo de progresión se basa en la idea que el aprendizaje es una construcción que se da en forma de espiral y no en forma lineal. De acuerdo con lo anterior, los currículos organizados de forma de espiral son útiles para profundizar en la construcción del conocimiento en el ambiente escolar. Esto se debe a que permite adaptarse a las necesidades y posibilidades que tienen los estudiantes, y de esta manera facilitar la construcción del conocimiento de manera significativa y no repetitiva o memorística.

Además, estas Progresiones se llegan a fundamentar en las bases u orientaciones curriculares nacionales y/o institucionales. Lo anterior, en pro de desarrollar propuestas que prioricen los objetivos de aprendizaje ahí propuestos.

Lo anterior se puede complementar con principios o pilares que se fundamentan en enfoques ecológico y funcional. Estos enfoques proponen que los estudiantes presentan diversidad de necesidades u oportunidades de aprendizaje, las cuales se convierten en un desafío para el sistema escolar. Es por esto por lo que se debe buscar los apoyos y estrategias necesarias para promover su aprendizaje e inclusión social (MEC, 2018).

En cuanto a los enfoques, en el ecológico, que es propuesto por Bronfenbrenner (1987) (citado en MEC, 2018), se comprende el desarrollo humano como un proceso en el que se da la interacción de las características particulares de las personas según

diferentes contextos ya sean cercanos como familia y escuela, y contextos lejanos como donde predomina por ejemplo la parte social y de creencia, en pocas palabras se promueve un aprendizaje del estudiante sujeto a los entornos.

Por otro lado, el enfoque funcional se basa en las necesidades actuales y futuras de los estudiantes. En él se proyecta una formación que prepare al estudiante para funcionar en diversos contextos de la vida, incluyendo el tiempo libre, la recreación, la vida en comunidad y el contexto escolar (Donoso, 2012)(citado en MEC, 2018). Este enfoque privilegia el aprendizaje en contextos del día a día, por lo que el compromiso no solo es de la escuela, sino de las familias con el fin de lograr que tenga mayor relevancia y pertinencia en la vida del estudiante.

El proceso de construir una progresión de aprendizaje desde el enfoque espiral tiene una serie de acciones y procesos que se ilustran a continuación en la figura 2.



Figura 2. *Representación de una construcción de las progresiones de aprendizaje en espiral*
tomado de Borrero (2021)

Entre los aportes que presenta este tipo de enfoque, se destaca es que brindan oportunidades y condiciones de equidad a estudiantes que requieren más apoyo en su paso por la escuela por presentar algún tipo de diversidad funcional y/o cultural. Esta cualidad nos contribuye a dar respuesta a uno de los principales desafíos que enfrenta el

sistema educativo actual, que es la inclusión al desarrollo de procesos educativos de aquellos estudiantes que enfrentan barreras para aprender. Entre las limitaciones que se pueden avizorar por lo reciente de este tipo de estudios es que generan una escasa difusión de este enfoque y el aún desconocimiento de los resultados obtenidos en un proceso educativo longitudinal de varios años.

3.2.3 Progresiones de aprendizaje tipo paisaje o panorámicas

Las progresiones de aprendizaje con enfoque de paisaje o panorámicas conciben que a partir de ellas se puede llegar a ver un panorama general, e identificar los elementos que constituyen y aportan al aprendizaje de los estudiantes. Es por ello por lo que Salinas (2009) manifiesta que: La idea detrás de este término es que un paisaje proporciona un conjunto rico y conectado de elementos que darán forma a una situación general (pág. 3).

De acuerdo con lo anterior, para Salinas (2009) cuando se habla del enfoque de tipo paisaje prevalece el marco de tener estándares o expectativas sociales organizadas en torno a grandes ideas, que se agrupan de forma amplia (estándares) y ayudan a permitir un desarrollo coherente de conceptos centrales. En consonancia con lo anterior, este enfoque pretende brindar a los maestros un panorama más amplio para el desarrollo de la educación científica.

Por otro lado, este enfoque se caracteriza por presentar conexiones entre diferentes áreas o disciplinas al describir hilos que relacionan fenómenos, observaciones o habilidades. Es decir, a partir de estos hilos se evidencian las conexiones necesarias para que los estudiantes avancen a niveles más altos. En ese sentido las PA tipo paisaje giran en torno a grandes ideas, al igual que los anteriores enfoques. A partir de estas

grandes ideas se plantean estándares de lo que el estudiante debe haber alcanzado, sumado a ello cada idea se encuentra organizada y situada en un nivel o banda como lo ilustra Salinas (2009) en la figura 3.

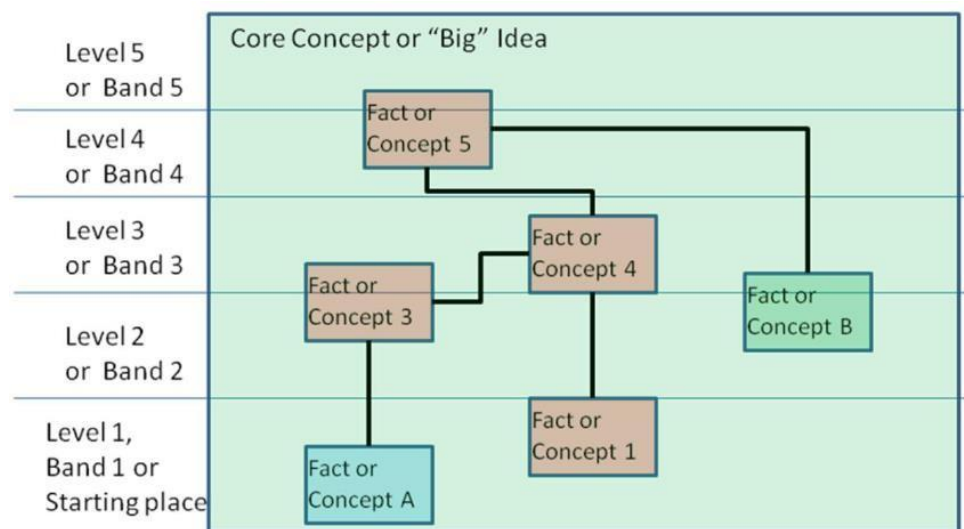


Figura 3. *Representación de una progresión de aprendizaje con un enfoque paisaje*
Tomado de Salinas (2009).

Este enfoque presenta fortalezas, pero también limitaciones. En relación con las fortalezas, este enfoque proporciona un panorama amplio que sirve de base para discusiones y colaboración entre maestros en diferentes niveles de grado y en todas las materias, ayudando a poner en primer plano el pensamiento de los estudiantes sobre conceptos específicos, volviendo así los objetivos o desempeño de aprendizaje foco principal para pasar de un nivel a otro. Por otro lado, en relación con las dificultades, Sikorski (2019), manifiesta una limitación de este enfoque que consiste en la falta de tener una naturaleza más profunda sobre como ocurre el aprendizaje, y no solamente la relación entre los aspectos disciplinares e interdisciplinares. Esto ocasiona que tenga un carácter muy generalista que dificulta su aceptación y validación.

Finalmente, es importante plantear que cada enfoque es particular de acuerdo con sus características, esto ocasiona que el docente diseñador deba ser consciente de ellas en el momento de su selección y uso según las intencionalidades y características específicas del proceso educativo a desarrollar. En ese sentido, El enfoque escalonado, presenta una naturaleza academicista que se relaciona más con propuestas que reconozcan la importancia del aspecto disciplinar, el contexto de aprendizaje y de las representaciones empíricas sobre cómo aprenden los estudiantes. Por otro lado, las PA con enfoque espiral se enfocan en una mirada más amplia del contexto académico, incluyendo orientaciones hacia el aprendizaje para la vida y el contexto y realidad del estudiante y sus familias, además contribuye a los procesos educativos diversos e inclusivos con el fin de lograr aprendizajes que tenga mayor relevancia y pertinencia en la vida del estudiante. Finalmente, las PA desde el enfoque paisaje, se enfocan en propuestas más amplias que promueven el crecimiento en los aprendizajes desde una mirada panorámica del proceso educativo incluso promoviendo procesos de interacción constructiva de ideas, estándares, y desempeños en diferentes campos de conocimiento.

Después de revisar la tipología de las PA, y reconociendo las notables diferencias entre estos tres enfoques, es necesario destacar que las progresiones de aprendizaje presentan características y elementos comunes que las caracterizan, sin importar el tipo o enfoques que corresponda. Estos elementos que se deben tener en cuenta en el momento de diseñar una PA y por tanto se presentan en el siguiente apartado de este estudio monográfico.

3.3 ¿Qué elementos mínimos se deben tener en cuenta el diseño de una progresión de aprendizaje?

El diseño de PA es una tarea interesante tanto para educadores como investigadores que se interesen en la educación científica. Esta labor está condicionada por sus intereses y por el enfoque que consideran apropiado para su diseño. Sin embargo, en estos diseños hay unas características o elementos comunes o mínimos que se debe incluir sin importar la denominación que tenga en dicho enfoque. (Mohan & Plummer, 2012). Según estos autores, una PA debe tener: a) Un nivel superior (anclajes superior) que consiste en la meta o finalidad que se plantea obtener con el proceso educativo (objetivos sociales para aprender conocimientos y prácticas básicos en ciencias); b) Un nivel inferior (anclaje inferior) planteado con base al conocimiento con el que el niño llega al aula de clase previo al proceso de enseñanza; c) La descripción de proceso que los niños pueden recorrer para llegar a formas de pensar más cercanas a la meta o finalidad planteada (anclaje superior); y d) el planteamiento de estrategias, actividades o recursos de apoyo para lograr dichos avances.

Es por ello por lo que se han extraído de la literatura unos principios fundamentales que configuran el diseño de las PA.

3.3.1 Un nivel superior o meta para alcanzar

En primer lugar, para el diseño de una PA deben estar diseñadas en torno a una finalidad que se desea alcanzar, donde muchos autores resaltan la relevancia de plantear una gran idea científica que sirva como ancla superior y le dé a los estudiantes una

ayuda en la comprensión de los fenómenos naturales (Krajcik, 2012)(Smith, Wiser, Anderson & Krajcik, 2006)(Mohan & Plummer, 2012). Cuando se habla de las grandes ideas de la ciencia, sabemos que ellas tienen un amplio poder explicativo y se pueden utilizar para dar visión alternativa a la educación científica en la que los planes de estudios se diferencien a aquellos que se diseñan en torno a conceptos, teorías o leyes centrales de una disciplina.

La forma en que los educadores e investigadores seleccionan las grandes ideas y el enfoque que les dan a los planes de estudio de ciencia puede influir significativamente en el resultado del proceso educativo. Por lo tanto, un desafío para los educadores e investigadores a la hora de elegir una gran idea, es saber hasta qué punto permiten que los estándares y los currículos escolares influyen o determinan en la toma de este tipo de decisiones. Tampoco se debe olvidar que las PA en parte son una respuesta a los problemas derivados de los planes de estudio y las prácticas que se basan en la fragmentación de los contenidos científicos (Corcoran, 2009)(Mohan & Plummer, 2012)

Lo que se busca con plantear un nivel superior basado en las grandes ideas es que se logre una alineación curricular coherente entre el dominio disciplinar, los estándares y los currículos derivados de la PA. Los educadores e investigadores deben decidir cómo equilibrar una nueva visión del contenido y cómo podría presentarse a los estudiantes, al mismo tiempo que reconocen cómo otros participantes en la comunidad de educación científica podrían responder a la nueva organización en torno a las grandes ideas. En resumen, los educadores e investigadores deben considerar la utilidad y la relevancia de las grandes ideas al mismo tiempo que consideran cómo brindar coherencia a la educación científica.

3.3.2 Un nivel inferior

En segundo lugar, las PA deben incluir un nivel inicial o ancla inferior que se refiere a la representación del pensamiento del estudiante antes que inicie el proceso de enseñanza. Serían esos conocimientos previos que presenta el estudiante, y en los que se basa para poder interactuar y construir nuevos saberes en el proceso educativo que se desarrolla a partir de la PA. En este sentido, se puede entender este nivel desde dos miradas: la primera, el docente diseñador se enfoca en esos saberes que los aprendices traen a la escuela (observaciones e interpretaciones del mundo natural o fenómenos cotidianos relacionados con las ciencias) para desarrollar la enseñanza. Mientras que la segunda, el docente asume su existencia de acuerdo con lo planteado por la literatura del campo como un prerrequisito para su inicio, pero no los aborda de manera situada o diferenciada en su proceso (Mohan & Plummer, 2012) (Cataño, 2017).

3.3.3 Niveles intermedios

En tercer lugar, las PA deben incluir unos niveles intermedios que serían esos “escalones” que permitan al estudiantes pasar al siguiente nivel con el acompañamiento y direccionamiento adecuado (Duschl, Maeng & Sezen, 2011) (Smith, Wiser, Anderson & Krajcik, 2006) (Mohan & Plummer, 2012). Los niveles se utilizan en las PA para describir los cambios en la comprensión de los estudiantes en un dominio. El uso de niveles en el trabajo de PA también se usa en filosofías educativas antiguas, como por ejemplo, cuando Brown & Campeón (1994) (Citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) hablan de corredores de desarrollo y Vygotsky (1978) (citado en Duschl, Maeng & Sezen, 2011) habla de zonas de desarrollo próximo.

Una de las tareas más importantes para los educadores e investigadores acerca de las PAes el cómo capturar la complejidad del aprendizaje de los estudiantes. Dado que es extremadamente difícil describir el desarrollo del aprendizaje a lo largo del tiempo. Representar esa complejidad es un proceso que necesariamente implica simplificar y la toma de decisiones.

Una decisión que influye en cómo los educadores e investigadores capturan la diversidad en el aprendizaje, es el tamaño de grano de estos niveles intermedios en las PA. El tamaño de grano se puede considerar como la cantidad de contenido en un nivel de la PA o como el tamaño del cambio entre niveles en la PA.

Las PA de grano grueso tienen niveles que se enfocan principalmente en temas y patrones destacados en el aprendizaje, mientras que las PA de grano fino tienen niveles que se enfocan en descripciones más detalladas del aprendizaje. Las decisiones sobre el tamaño del grano afectan la forma en que se diseñan las evaluaciones y cómo se analiza el desempeño de los estudiantes (Duschl, Maeng & Sezen (2011)(Mohan & Plummer, 2012).

Los educadores e investigadores normalmente eligen un tamaño de grano que captura elementos críticos, puesto que se debe lograr un equilibrio entre capturar sólo lo suficiente para describir las diferencias claves en el aprendizaje. A menudo, este equilibrio se logra solo con varias iteraciones del diseño del marco y pruebas empíricas que refinan los niveles.

Otra decisión que influye es si se incluyen o no las concepciones alternativas en las PA o si por el contrario debe incluirse únicamente las ideas correctas. Los conceptos erróneos no deberían ser excluidos de las PA, porque son fundamentales para dar

sentido al conocimiento y las prácticas de los estudiantes en diferentes niveles. Otros autores como Smith, Wiser, Anderson & Krajcik (2006) estos conceptos erróneos se pueden llegar a usar como trampolines y puede usarse en los niveles, aunque esto pueda considerarse ser un desafío (Mohan & Plummer, 2012).

Centrarse simplemente en el conocimiento y las prácticas productivas puede no ser suficiente para describir la verdadera naturaleza del aprendizaje de los estudiantes en diferentes niveles. Son esenciales para dar sentido al conocimiento y las prácticas de los estudiantes y para decidir cómo se debe abordar la enseñanza. Se pueden utilizar concepciones alternativas en un nivel para avanzar hacia otro nivel (Mohan & Plummer, 2012).

3.3.4 Estrategias, actividades o recursos

En cuarto lugar, diferentes educadores e investigadores recomiendan que las PA estén acompañadas de elementos educativos que permitan al estudiante transitar de un nivel al siguiente con mayor eficiencia (Krajcik, 2012) (Alonso, Neidorf, & Anderson, 2012). (Smith, Wiser, Anderson & Krajcik, 2006) (Mohan & Plummer, 2012). Esto se debe debido a que el papel de las estrategias didácticas y los recursos de apoyo al aprendizaje es fundamental en una enseñanza significativa, puesto que estos contribuyen para que la intervención educativa que acompañe el desarrollo de las progresiones de aprendizaje sea exitosa.

Para esto, se debe proveer las estrategias, actividades y recursos que responda la planificación del proceso de enseñanza en correspondencia con el progreso deseado y planteado en la hoja de ruta de la PA. Es ahí donde las estrategias, actividades y recursos toman un papel fundamental en el diseño de una PA, debido a que de su

selección, organización y uso va a depender de muchos factores tales como: el tema de la unidad, el nivel de grado, el tamaño de la clase y los recursos del aula.

3.4 La validación de las progresiones de aprendizaje

El modelo de las PA se fundamenta a partir de múltiples fuentes, tales como: estudios de investigación sobre el aprendizaje de los estudiantes, la opinión de expertos en la educación en ciencias y las conexiones entre los componentes del conocimiento del contenido. En ese sentido, las PA tienen una base científica, ya que se basan en una variedad de fuentes de información, aunque por esto también en algunas ocasiones se categoriza como modelos provisionales o hipotéticos. Sin embargo, en opinión de muchos investigadores, ellas como cualquier modelo con base científica requieren evidencia de validez y/o verificación empírica según aparece en algunas de sus conceptualizaciones (Jin, Shin & Cisterna, 2023).

Según lo anterior, en la literatura las PA también pueden ser llamadas como progresiones de aprendizaje hipotéticas (PAH). Esta denominación recoge su no provisionalidad y no validación empírica. Es decir, este carácter hipotético se le atribuye debido a que se basan en la teoría y no en una implementación empírica en un aula de clase (validación). Por lo que se vuelve necesario que las PA pasen a ser validadas, especificando las condiciones de aprendizaje necesarias para lograr éxito en el progreso planteado, por lo que requiere de una enseñanza guiada.

Al respecto, aún no hay consenso sobre cómo realizar el proceso de validación de una PA, sin embargo, educadores e investigadores han utilizado diferentes enfoques para el uso y la interpretación de puntuaciones de evaluación de las PA. En síntesis, al

validar una PA, se intentadeterminar si la naturaleza y el orden de los pasos intermedios se ajustan a los datos empíricos sobre el pensamiento de los estudiantes (Jin, Shin & Cisterna, 2023). En ese sentido, los educadores e investigadores se enfrentan a un desafío sobre la variación observada en el pensamiento de los estudiantes, medida a través de contextos o por elementos propios de su partesociocultural que dificultad establecer una serie de parámetros que determinen la pertinencia que tiene la PA.

Según lo mencionado en el párrafo anterior, asignar a un estudiante individual a un nivel de PA específico puede presentar desafíos que deben monitorearse en el proceso de validación. Es decir, al indicar como se mapea el pensamiento de los estudiantes en las PA no se pretende representar una supuesta estabilidad en el pensamiento de los estudiantes, dado que es probable que los estudiantes expresen diferentes ideas cuando se evalúan en diferentes contextos. Más bien, el desarrollo y la validación de las PA pueden considerarse como un proceso de búsqueda de patrones en las ideas de múltiples estudiantes para determinar si un modelo de cognición es productivo para describir los posibles peldaños de dicha progresión (Jin, Shin & Cisterna, 2023).

Con el fin de tratar de solventar lo anteriormente mencionado, es que se ha tratado dediseñar instrumentos. Por ejemplo, Jin, Shin & Cisterna, (2023) propone las Rúbricas de Progresión de Aprendizaje Profundo. Estas están diseñadas para seguir individualmente el progreso de los estudiantes hasta lograr los resultados de aprendizaje más profundos. Esto se logra mediante la captura de datos de los estudiantes (individualmente) en varios puntos del proceso de aprendizaje, con base a ello se puede evaluar el desarrollo del estudiante en una o másde las seis

competencias de aprendizaje profundo y medir el movimiento individual y general de un punto en la progresión del aprendizaje a otro.

A pesar de lo anterior, es importante señalar que las PA, por su propia naturaleza, son hipotéticas, y que siguen siendo modelos conjeturales de aprendizaje a lo largo del tiempo. Estas pueden ser validados empíricamente, aunque no exista un modelo o un paso a paso de cómo hacerlo por su reciente inclusión educativa. Finalmente, se aclara que al validar una PA solo se intenta determinar si la naturaleza y el orden de los pasos intermedios se ajustan a los datos empíricos sobre el pensamiento de los estudiantes, lo cual puede cambiar dependiendo de muchos factores.

3.5 Revisión general de algunas progresiones de aprendizaje

En esta monografía también se considera importante mencionar alguna experiencia previa de diseño de progresiones de aprendizaje en el contexto colombiano enfocadas en la enseñanza de las ciencias naturales. En ese sentido, se analizaron dos procesos de diseño de PA que se hicieron en el marco de estudios posgraduales para optar por el título en Magister en educación con énfasis en la enseñanza de las ciencias, de la Universidad del Valle. La primera es la realizada por el docente Roosevelt Cataño en el trabajo de maestría que tiene como título: *“Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada”* realizada en el año 2017. La segunda hace referencia a la planteada por la docente Ángela Borrero en el trabajo de maestría que tiene como título: *“Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la promoción de hábitos saludables: Una propuesta de enseñanza para la básica*

primaria” realizada en el año 2021.

Para la revisión general de estas dos experiencias de diseño de PA, se tuvo en cuenta elementos tales como: tema central, subtemas, grados, estado del trabajo, base de desarrollo de la investigación, objetivo, y los elementos generales que configuran PA realizadas por los autores.

3.5.1 Progresión de aprendizaje para la estequiometría

El profesor Cataño realizó un PA hipotética como contribución a la comprensión conceptual de la estequiometría pensada para ser implementada en un periodo de 8 semanas con estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Rosa Zárate de Peña, del municipio de Yumbo (Valle del Cauca). El material diseñado por el profesor pretende brindar a los profesores y diseñadores del currículo de las ciencias una perspectiva teórica y metodológica para la enseñanza y aprendizaje del tópico de estequiometría y, brindar a los estudiantes la oportunidad de alcanzar un aprendizaje por comprensión conceptual e integrada de la gran idea de la estequiometría. Esta PA no fue implementada ni validada hasta la fecha de publicación del documento, pero está a disponibilidad de ser usada para la enseñanza de la estequiometría o ser validada por otro investigador o educador de profesores de ciencias en distintos escenarios educativos, tanto de la educación media como de la fase inicial de la formación de docentes de ciencias naturales, ya que, ayudaría a mediar el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido de la química de los estudiantes profesores.

El profesor para la realización de la PAH tiene dos etapas metodológicas. En la primera hace uso de la metodología de análisis de contenido en dos fases: la primera,

un análisis documental con el fin de explicitar los elementos teóricos y metodológicos que estructuran las PAH, y la segunda, un análisis documental con el propósito de desarrollar las teorías de dominio específico que constituyen las diferentes secciones de la PAH de la estequiometría, y cuya teoría informa la construcción del material instruccional.

En la segunda etapa metodológica, es cuando se realiza el diseño de la PAH. para ello primero revisó sistemáticamente la literatura que funda la perspectiva de diseño de las progresiones de aprendizaje y toma como referencia los elementos de diseño que son comunes a todos los enfoques pertenecientes a la línea de investigación de los estudios de diseño. Como lo son las siguientes teorías de grano grueso: teorías del aprendizaje (constructivista cognitiva, constructivista sociocultural y procesamiento de la información) y pedagogía general (técnicas, estrategias y modelos de enseñanza). Posterior a esto, planteo la gran idea de la estequiometría, la cual dividí en 5 subideas (Cambio químico, Ley de la conservación de la masa, Reactivo límite, Rendimiento de una reacción química y Pureza de un reactivo químico). A continuación, articulé estas subideas dentro de la lógica de la PAH manteniendo en perspectiva el anclaje inferior y el anclaje superior. Seguido a ello, una vez se establecieron los anclajes inferior y superior, y las expectativas sociales, se comparó la perspectiva de la disciplina con las dificultades de aprendizaje que se presenta en la estequiometría, es decir se tienen en cuenta esas ideas previas con las que vienen los estudiantes. Finalmente, dicha articulación dio como resultado: las fases exploratoria, descriptiva y explicativa donde en cada una de ellas se maneja los tres niveles de representación de la química (Cataño, 2017). Todo lo anterior se configuró en la PAH, que fue el primer producto de este

trabajo de investigación.

La tercera fase metodológica consistió en la materialización en formato digital de la PAHa través del programa eXelearning. El material creado por el profesor Cataño fue el segundo producto de investigación y se encuentra en un sitio web llamado Vix.

Se puede acceder a este a través del siguiente enlace

<https://roosvelt7.wixsite.com/estequiometria>. Dicho material de

enseñanza, recoge todo lo anteriormente mencionada, es decir, las cinco subideas de la estequiometria discriminadas en sus respectivas fases, teniendo en cuenta el compendio de conceptos originados desde las teorías de nivel de grano grueso, medio y fino. En la visualización del material se puede observar que el profesor hace selección, secuenciación y temporalización de las actividades de aprendizaje, y se hace uso de las prácticas científicas, animaciones y uso de modelos para la enseñanza del tópico en consideración (Cataño, 2017)

3.5.2 Progresión de aprendizaje: *promoción de hábitos de vida saludable*

La profesora Borrero realizó una PAH que permite su uso en diferentes grados y campos de conocimiento de la educación básica primaria. Esta se diseñó con el fin de promover la construcción de conocimientos contextualizados sobre los hábitos de vida saludables en los estudiantes. Para cumplir el objetivo anterior, hace uso de una metodología con enfoque cualitativo, de carácter descriptivo, teniendo en cuenta las perspectivas del diseño educativo.

El surgimiento de esta PAH se da por las dificultades que se dan en la educación básica primaria para desarrollar una educación integral que responda a las necesidades reales de los estudiantes y que se unen a la estrecha relación con las

debilidades que tiene el maestro al diseñar y desarrollar la enseñanza en este nivel educativo, de acuerdo con la existencia de vacíos en su formación y a la complejidad y exigencia que implica realizar diseños de propuestas de enseñanza coherentes y pertinentes.

Con base a lo anteriormente planteado, la diseñadora reconoce que es fundamental que la educación en la básica primaria se aborden contenidos de gran pertinencia personal y social para el desarrollo del conocimiento científico contextualizado en los estudiantes, es por lo anterior que la PAH se enfoca en los hábitos de vida saludable como contenido de referencia para articular las diferentes disciplinas del currículo. Esta PAH está pensada para ser desarrollada en el contexto de la institución técnico de comercio Santa Cecilia, puesto que esta institución tal como lo menciona la profesora Borrero se hace énfasis en la enseñanza disciplinar y por temas o contenidos temáticos y no el desarrollo de competencias y menos la formación integral o para la vida, el cual este último debe ser el fin de la educación.

Al analizar los elementos del diseño, debemos mencionar que la PAH se basa en la teoría de Bruner para favorecer la diversidad entre los estudiantes, y se busca ofrecer una propuesta donde se prioricen los aprendizajes básicos y el desarrollo personal y social de los estudiantes para facilitar su inclusión social. Así mismo, metodológicamente la profesora para la construcción de la PAH hace uso de los siguientes elementos: el propósito norte, propósito de los ejes (delimitan ámbitos de conocimientos y habilidades) y los objetivos de aprendizaje, con base a estos elementos organiza una secuencia de objetivos de aprendizaje (OA) para la educación básica primaria (que se desarrollan progresivamente y que se complejizan sabiendo que el conocimiento se

construye en forma de espiral y no linealmente, por lo que este último punto permite evidenciar que la profesora Borrero hace uso de una PA que tiene un enfoque espiral.

En la PA se abordan ocho objetivos de aprendizaje que son compartidos tanto para el cuerpo humano como para la salud, sin embargo, la presentación se realiza en dos cuadros que tienen en común los objetivos de aprendizaje, pero que se diferencian en los campos de conocimiento. A partir del desarrollo del proceso investigativo la docente diseñadora se percató que para el alcance de los objetivos del proceso se requería deslimitarlo del ámbito escolar. En ese sentido, reconociendo el valor que tienen las TIC en la actualidad se plantea el desarrollo de un material que pudiera ser usado no solamente en el ambiente escolar, sino también familiar. Es por esto por lo que la docente diseña y desarrolla un material digital que puede ser usado tanto en PC como en dispositivos móviles para facilitar la implementación de la PA. Además, crea un manual para orientar su instalación al cual se puede acceder a través del siguiente enlace

https://drive.google.com/file/d/1YhTkgWGVxIGrPxsd0IvcBIwM3ltt_Sad/view

En este manual se encuentra un enlace para descargar el archivo que permite instalar el material digital, sin embargo, en este momento no se puede acceder a dicho archivo.

En cuanto a los elementos que configuran estas PAH se puede encontrar: como primer elemento consiste en destacar la importancia y pertinencia de la selección de un contenido que sea relevante en el contexto de la básica primaria, un segundo elemento que consiste en definir las necesidades, conocimientos y prácticas de los estudiantes, un

tercer elemento consiste en la revisión y análisis de las bases curriculares sobre el contenido y finalmente se encuentran referentes del campo de conocimiento en relación al contenido a abordar.

4. A manera de reflexión final

La formación de maestros es un proceso en continuo desarrollo y por tanto se debe renovar con frecuencia. En ese sentido, uno de los elementos de mayor relevancia en dicha formación es brindar al docente en formación inicial una visión amplia sobre diversas herramientas y modelos que puedan ser utilizados para el proceso de diseño y desarrollo de la enseñanza. Uno de estos modelos son las progresiones de aprendizaje, las cuales lamentablemente no cuentan con la divulgación suficiente para tener un mayor impacto en la educación nacional.

En ese sentido, las progresiones de aprendizaje son un modelo del diseño educativo de reciente producción. Es por esto por lo que en la actualidad se encuentran en desarrollo y en constante cambio, a esto se suma que la comunidad de educadores e investigadores en la educación, aún están trabajando para establecer parámetros en común que regulen su uso, desarrollo y aplicación. Su reciente creación y la complejidad de sus productos ha llevado que sean escasos los estudios que vayan a su implementación y validación y que preferentemente se queden en la etapa prescriptiva o hipotética. Esta situación en el momento es una limitación de este tipo de estudio, pero se convierte en un desafío para los investigadores en los próximos años.

A partir de lo mencionado anteriormente y el desarrollo de las PA, me ha permitido concluir que las PA son un modelo que tiene muchas fortalezas y promete gran coherencia para el diseño en la enseñanza de las ciencias. Si aterrizamos estas PA a un enfoque, considero que el más apropiado es aquel que tiene un enfoque sociocultural

como son las PA de tipo espiral, es decir, son propuestas educativas coherentes con la realidad del contexto que permite generar en los estudiantes un aprendizaje significativo, situado y pertinente para su realidad social. Además, las PA de tipo espiral son progresiones incluyentes que llevan la enseñanza integral, el cual deber ser considerado uno de los principales enfoques de la educación actual.

Finalmente, puedo concluir que este proceso de investigación me permitió conocer y desarrollar aptitudes y habilidades para buscar, seleccionar organizar y analizar información no solamente de mi idioma, sino de otros que tienen un mayor impacto académico a nivel global. Así mismo, también me permitió detectar algunas deficiencias y puntos débiles que poseo al momento de investigar y poder comunicar de forma oral y escrita de forma argumentada mis opiniones. Afortunadamente este reconocimiento me permitió trabajar en ellas y avanzar en mi proceso formativo de manera más crítica, autónoma e independiente. De igual manera recalco que el proceso de búsqueda de la información no fue fácil dado que gran parte de los artículos se encontraban en otro idioma por lo que en el momento incluso de selección llevo a un tiempo de dedicación mayor.

5. Referencias bibliográficas

- Alonso, AC y Gotwals, AW (2012). Progresiones de aprendizaje en ciencias: desafíos actuales y direcciones futuras. Springer Science & Business Media.
- Alonso, A.C., Neidorf, T., Anderson, C.W. (2012). Using Learning Progressions To Inform Large-Scale Assessment. In: Alonzo, A.C., Gotwals, A.W. (eds) Learning Progressions in Science. Sense Publishers, Rotterdam.
https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_10
- Álvarez-Tobón, Yisneth-Nathaniela, Arroyave-Giraldo, Dora-Inés, & García-Carmona, Antonio. (2021). Relaciones ciencia-tecnología-sociedad en la educación científica colombiana: una revisión del estado de la cuestión (2017-2021). *Revista científica*, (42), 353-367. Epub October 28.
<https://doi.org/10.14483/23448350.18231>
- Arnold, KH. (2012). Didactics, Didactic Models and Learning. In: Seel, N.M. (eds) Encyclopedia of the Sciences of Learning. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1833
- Borrero García, A. (2021). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la promoción de hábitos saludables: Una propuesta de enseñanza para la básica primaria. Universidad del Valle.
- Candela, B. (2018). La ciencia del diseño educativo (1.^a ed.). Programa Editorial Universidad del Valle. <https://programaeditorial.univalle.edu.co/gpd-la-ciencia-del-diseno-educativo-9789587653151-633256c84df29.html>
- Candela-Rodríguez, Boris Fernando y Cataño-Pereira, Roosevelt. (2019). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 107-120. Recuperado de:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142019000100107&lng=en&tlng=es.
- Cataño Pereira, R. (2017). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. Universidad del Valle.
- Cossio Moreno, J. A. (2018). Tradiciones o culturas pedagógicas: del contexto europeo y norteamericano al conocimiento pedagógico latinoamericano. *Actualidades Investigativas En Educación*, 18(1). <https://doi.org/10.15517/aie.v18i1.31843>
- Duschl, R.A. Learning progressions: framing and designing coherent sequences for

- STEM education. *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 1, 4 (2019).
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0005-x>
- Fortus, D., Krajcik, J. (2012). Curriculum Coherence and Learning Progressions. In: Fraser, B., Tobin, K., McRobbie, C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol 24. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_52.
- Harris, L. R., Adie, L., & Wyatt-Smith, C. (2022). Learning Progression–Based Assessments: A Systematic Review of Student and Teacher Uses. *Review of Educational Research*, 92(6), 996–1040.
<https://doi.org/10.3102/00346543221081552>
- Hultman, G; Löfgren, R. y Schoultz, R. (2012) Subject Didactics in Practice – Hidden in the Process, *Education Inquiry*, 3:1, 3-18, DOI: 10.3402/edui.v3i1.22010
- Mohan, L., Plummer, J. (2012). Exploring Challenges to Defining Learning Progressions. In: Alonzo, A.C., Gotwals, A.W. (eds) *Learning Progressions in Science*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_7
- Jin, H., Shin, H.J. & Cisterna, D. (2023) Correction to: Systematic Validation in Science Learning Progression Research. *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10396-5>
- Kinoshita, H., & Utani, R. (2021). LEARNING PROGRESSIONS IN LOWER-SECONDARY SCHOOL SCIENCE EDUCATION IN JAPAN. *Journal of Baltic Science Education*, Journal of Baltic Science Education, 20(5), Continuous. presented at the October/2021. doi:<https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.775>
- Krajcik, J.S. (2012). The Importance, Cautions and Future of Learning Progression Research. In: Alonzo, A.C., Gotwals, A.W. (eds) *Learning Progressions in Science*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_3
- Osorio, M. (2017). El currículo: perspectivas para acercarnos a su comprensión. *Zona Próxima*, 26, 140-151. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/zop/n26/2145-9444-zop-26-00140.pdf>
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambiorepresentacional. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(3), 513-520.
- Richard Duschl, Seungho Maeng & Asli Sezen (2011) Learning progressions and

- teaching sequences: a review and analysis, *Studies in Science Education*, 47:2, 123-182, DOI:10.1080/03057267.2011.604476
- Roseman J. E., Caldwell, A., Gogos, A., Kuth, L. (2006) Mapping a Coherent Learning Progression for the Molecular Basis of Heredity. Project 2061, American Association for the Advancement of Science. Available from <http://www.project2061.org/publications/articles/papers/narst2006.pdf>
- Salinas, I. (2009). Learning progressions in science education: Two approaches for development.
In Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, Iowa City, IA.
- Sikorski, TR. (2019) "Anclajes superiores" dependientes del contexto para las progresiones de aprendizaje. *Sci & Educ* 28, 957–98.
<https://doi.org/10.1007/s11191-019-00074-w>
- Shavelson, R.J., Kurpius, A. (2012). Reflections on Learning Progressions. In: Alonzo, A.C., Gotwals, A.W. (eds) *Learning Progressions in Science*. Sense Publishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_2
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary research and perspectives*.
- Stevens, Shawn Y., Shin, Namsoo, & Peek-Brown, Deborah. (2013). Learning progressions as a guide for developing meaningful science learning: A new framework for old ideas. *Educación química*, 24(4), 381-390. Recuperado en 27 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000400004&lng=es&tlng=en.
- Trinidad, R. (2012). La coherencia curricular, la interdisciplinaridad y los Estudios Generales.
Tomado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/134486>
- Upahi, J.E., Ramnarain, U. (2022). Evidence of Foundational Knowledge and Conjectural Pathways in Science Learning Progressions. *Sci & Educ*. 31, 55–92. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00226-x>