



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN
**DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL
EN EDUCACIÓN. DIE-UD**

SYLLABUS

NOMBRE DEL SEMINARIO:
**TRANSICIONES / PROGRESIONES DE APRENDIZAJE DEL DOCENTE DE
CIENCIAS EN EL CONTEXTO DIDÁCTICO
DE CUESTIONES SOCIO AMBIENTALES (CSA)**

Periodo académico: 2023-2

Número de créditos: 3 (Tres)

ESPACIO ACADÉMICO:

- (X) EFE Espacio de Formación en Énfasis.
- () EFEP Espacio de Formación en Educación y Pedagogía.
- () EFI Espacio de Formación En Investigación.

LÍNEA: Inclusión de la Dimensión Ambiental en la Educación en Ciencias

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: ALTERNACIENCIAS

PROFESOR DEL DIE-UD:

**Dr. WILLIAM MANUEL MORA
PENAGOS**

PROFESOR (A) INVITANDO (A):

Dra. Fátima Rodríguez Marín
Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y
Sociales. Universidad de Sevilla (España).

RESUMEN:

Este curso de formación en el *Énfasis en Educación en Ciencias*, bajo la metodología de seminario, es un espacio de discusión y exploración, sobre las relaciones entre el contexto didáctico de las cuestiones Socio Ambientales (CSA), las Transiciones de Aprendizaje (progresión – regresión) Docente, y los cambios en el Conocimiento Didáctico (CDC / PCK) del profesorado, vistos desde una perspectiva compleja del conocimiento, y socio-constructivista-evolutiva del aprendizaje.

Este seminario es compartido con la profesora Dra. Fátima Rodríguez, quien estarán presente de forma remota, en tres sesiones entre finales del mes de septiembre y comienzos de octubre de 2023.

El programa tiene 3 grandes temáticas para ser trabajadas como unidades completas, y que integran:

- A. Crisis del conocimiento, contenidos de enseñanza, didáctica ambiental, cuestiones socio científicas (CSC), cuestiones socio ambientales (CSA), pensamiento complejo.
- B. Bases conceptuales del aprender a enseñar, transiciones (progresiones) de aprendizaje, dilemas morales.
- C. Modelos del CDC (PCK) en el desarrollo profesional docente (diagramas de Venn, Park, Consenso refinado), evaluación de cambios en los componentes y sus transiciones.

El seminario se presenta como un escenario de discusión sobre temáticas de gran actualidad investigativa, que generan controversia respecto a las respuestas asociadas a las siguientes preguntas:

- ¿cuáles son las bases conceptuales del marco conceptual de las progresiones / transiciones de aprendizaje, y al desarrollo del CDC (PCK) docente?

- ¿qué estrategias de enseñanza son posibles de diseñar, en contexto didáctico de las Cuestiones Socio Ambientales (CSA) y las transiciones de aprendizaje? Posibles aplicaciones en Educación en Cambio Climático (ECC), La Educación en Crisis Sanitaria (ECS), y Educación para la reducción del Riesgo de Desastres (ERD)
- ¿Qué Transiciones en los componentes del CDC (PCK) son posibles de proponer en el contexto de contenidos de enseñanza sobre: a) seguridad – soberanía alimentaria; b) transiciones energéticas; principios éticos en la aplicación de vacunas; habilidades de resiliencia en contextos propensos a los desastres naturales asociadas a los fenómenos de lluvias inusuales, las olas de calor, inundaciones / sequías, y derrumbes; producto de los fenómenos del niño / niña, la activación de volcanes, los terremotos; haciendo las escuelas entornos seguros, trabajando didácticamente la vulnerabilidad escolar, en el vínculo escuela – comunidad local.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CURSO:

JUSTIFICACIÓN:

Estamos ante una tendencia, por parte de los académicos que defienden un futuro más justo y sostenible, de posicionar la "*crisis ambiental*" como una razón fundamental para las principales reformas educativas, creando un cambio de paradigma educativo que ha venido generando alternativas como: educación para la comprensión pública de las ciencias, la educación en "ciencia ciudadana", la educación intercultural basada en la comunidad, la educación democrática, educación ecológica y ambiental, la educación al aire libre, la educación situada (contextualizada), la educación para la sustentabilidad, la educación holística, la *ecoliteracy*, la *educación en justicia socio ambiental* "*alfabetización científica funcional*", entre otras.

En Colombia la enseñanza de los contenidos ambientales a estado en manos del profesorado de ciencias particularmente del profesor de Biología y Química, desconociéndose la naturaleza epistémica interdisciplinar y de diálogo de saberes de lo ambiental, asociados a las reclamaciones del listado de educación ya citadas anteriormente. La EA como un transversal curricular en Colombia obliga al profesorado de todas las áreas curriculares a tratar la enseñanza de contenidos ambientales, sin una adecuada formación docente tanto inicial como permanente.

La necesidad de integración entre la educación en ciencias (EC) y la educación ambiental (EA) como "educación eco-científica" (Sauvé, 2010), o "educación científico-ambiental", en una "didáctica de las ciencias y del ambiente" (Mora, 2020), en procesos formativos del profesorado de ciencias, el desarrollo curricular y el diseño de contenidos de la EC, plantea superar una serie de obstáculos de carácter epistemológico y pedagógico / didáctico, que se encuentran presentes en las dos comunidades tanto de docentes como de investigadores.

Un necesaria una formación del profesorado de ciencias naturales, articulado al diseño micro curricular, en un campo de desarrollo aún incipiente, conocido como EPACK (*Environmental Pedagogical Content Knowledge*) o Conocimiento Didáctico del Contenido Ambiental (CDC-A), articulada a cuestiones socio ambientales. El contexto formativo con "cuestiones socio ambientales" (CSA) es de naturaleza polémica, abiertas, incluye razonamiento moral o ético, que abarca una amplia gama de problemas ambientales como el cambio climático, el Covid -19, la pérdida de la diversidad biológica y cultural, la hidrofracturación petrolera y la introducción (o reintroducción) de la flora y la fauna en las comunidades naturales. La educación basada en CSA aprovecha la naturaleza ética, política y cultural de estas problemáticas, y la importancia de la participación en la toma de decisiones ciudadanas responsables, conectando las oportunidades de aprendizaje situado en contexto del entorno escolar y de la vida de los estudiantes.

A nivel internacional se vienen modificando los estándares curriculares en ciencias como ha ocurrido en los EEUU con los Estándares Científicos de Próxima Generación (NGSS, 2013) con

el fin de (i) reducir la cobertura a un conjunto selecto de “grandes ideas”; (ii) proporcionar una progresión en el aprendizaje (PA) de estas ideas a lo largo de la escolarización; y (iii) promover un enfoque de enseñanza basado en la indagación. Al incorporar un enfoque evolutivo del aprendizaje, las PA describen caminos por los cuales los estudiantes pueden desarrollar formas más sofisticadas de razonamiento durante períodos de tiempo prolongados, de igual manera para el caso del profesorado es posible plantear PA de cómo aprender a enseñar que dentro del marco del PCK no ha sido suficientemente investigado, y que parece estar muy lejos de convertirse en estándares de evaluación del desempeño docente.

OBJETIVOS

General: Articular los fundamentos de las transiciones / progresiones de aprendizaje, en el contexto de las CSA, al desarrollo del CDC (PCK) docente.

Específicos:

- Analizar las bases teóricas, de las progresiones de aprendizaje docente, lo mismo que de los componentes de los modelos del CDC (PCK) aplicados a la EC y a la EA.
- Mostrar la evolución del concepto de hipótesis de transición, tanto en la nomenclatura utilizada como en el significado interno.
- Ejemplificar la utilidad de las hipótesis de transición como herramienta didáctica y su uso en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias y de la Educación Ambiental.
- Proponer una estrategia de transiciones de aprender a enseñar en torno a una de las temáticas complejas seleccionadas: Cambio climático (CC), Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), Covid-19 (C-19).

CONTENIDOS:

Este seminario del Énfasis en Educación en Ciencias de la UD, se organiza en cuatro (4) componentes interrelacionados:

A. Discusión conceptual sobre la Relación entre la Didáctica de las ciencias, Didáctica Ambiental y el Contexto didáctico de las Cuestiones socio Ambientales (CSA)

1. La “didáctica ambiental” (DA) como un campo de conocimiento disciplinar en construcción contextualizado en la “didáctica de las ciencias y el ambiente”, y su relación con el diseño micro curricular.
2. Relaciones entre las “cuestiones socio científicas” (CSC) y las “cuestiones socio ambientales” (CSA)
3. Las CSA relacionadas a la Educación en Cambio Climático (ECC), Educación en la Crisis Sanitaria (ECS), y Educación en Reducción del riesgo de desastres naturales (ERD).
4. El contexto didáctico de las CSA en la Educación Ambiental y la pedagogía de Conflictos Ambientales.
5. Pensamiento Complejo como base de la comprensión de las CSA

B. De las hipótesis de progresión a las hipótesis de transición en didáctica de las ciencias y educación ambiental. (Dra. Fátima Rodríguez)

1. El concepto de Hipótesis de progresión y su evolución hasta las hipótesis de transición. Su vinculación con otros términos como progresiones de aprendizaje
2. Sesión práctica para diseñar y analizar hipótesis de transición en el campo de la Didáctica de las Ciencias y de la Educación Ambiental.
3. Ejemplos en el campo de la Didáctica de las Ciencias y de la Educación Ambiental. Líneas de investigación sobre la temática.

C. Identificación de los Componentes del CDC (PCK).

1. la relación CDC / PCK, y la propuesta de la categoría CDC-A, como contexto de la relación diseño micro curricular / formación permanente del profesorado de ciencias.
2. La discusión del diseño de los componentes del CDC-A, usando intersecciones de diagrama de Venn.
3. Modelos del PCK y el modelo de Consenso Refinado (Carlson & Daehler, 2019).

4. El Modelo Complejo del CDC-A.
5. Propuestas de estrategia de transiciones de aprender a enseñar en torno a una de las temáticas complejas seleccionadas: Cambio climático (CC), Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), Covid-19 (C-19).

5. Cronograma

Sesiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	Agosto			Septiembre				Octubre			Noviembre				D		
Unidades	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6
A.	x	x	x	x	x												
B.						x	x	x	CFP	x							
C.											x	x	x	x	x	TF	

Notas: la Unidad B, será desarrollada en conjunto con la Dra. Fátima Rodríguez.

La sesión 9 estará integrada al X Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias.

METODOLOGÍA:

Se usará como estrategia el *Seminario Investigativo*, que gira alrededor de preguntas temáticas para permitir la intersección de diferentes puntos de vista y de estrategias de solución de interrogantes que conducirán a aclarar ideas y realizar propuestas micro curriculares críticas y sustentadas. La *tutoría* como estrategia consistente en el establecimiento de una relación entre el profesor-tutor y el estudiante, ya sea individual o grupalmente, con el fin de facilitarle la elección de una propuesta de diseño una estrategia de transiciones de CDC (PCK) de aprender a enseñar en torno a una de las temáticas complejas seleccionadas (CSA).

Horario: miércoles de 3 a 6 pm (TD).

3créditos x 48horas= 144h / 16semanas= 9h a la semana. 3h (TD), 1h (TC), 5h (TA)

FORMAS DE EVALUACIÓN:

Se presentarán 3 notas (calificaciones):

- Participación en el seminario (30%): preparación previa a las temáticas, control de lecturas, asistencia, participación en las discusiones, trabajo de grupo (trabajo autónomo y cooperativo).
- Elaboración de Ejercicios de diseño (30%): Calidad, originalidad, sustentación.
- Examen final (40%): Propuesta de estrategia de transiciones de CDC (PCK) de aprender a enseñar en torno a una de las temáticas complejas seleccionadas (CSA): Cambio climático (CC), Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), Covid-19 (C-19).

BIBLIOGRAFÍA, HEMEROGRAFÍA, CIBERGRAFÍA GENERAL Y/O ESPECÍFICA.

Bibliografía:

CRISIS AMBIENTAL:

Asayama, S., Emori, S., Sugiyama, M. et al. (2021). Are we ignoring a black elephant in the Anthropocene? Climate change and global pandemic as the crisis in health and equality. *Sustain Sci* 16, 695–701. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00879-7>

Falk, J., Colwell, R.R., Behera, S.K. et al. (2023). An urgent need for COP27: confronting converging crises. *Sustain Sci*, 18, 1059–1063 <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01253-5>

Gram-Hanssen, I., Schafenacker, N. & Bentz, J. (2022). Decolonizing transformations through ‘right relations’. *Sustain Sci* 17, 673–685. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00960-9>

Groves, C. (2019). Sustainability and the future: reflections on the ethical and political

- significance of sustainability. *Sustain Sci* 14, 915–924. DOI:10.1007/s11625-019-00700-0
- Kasuga, F. (2021). Science as a common language for contribution to sustainability and peace. *Sustain Sci.* 16, 1229–1231. DOI:10.1007/s11625-021-00972-5
- Peters M.A., Jandrić P. & McLaren P. (2022) Viral modernity? Epidemics, infodemics, and the ‘bioinformational’ paradigm, *Educational Philosophy and Theory*, 54:6, 675-697, DOI: 10.1080/00131857.2020.1744226
- Servant-Miklos V. (2022) Environmental education and socioecological resilience in the COVID-19 pandemic: lessons from educational action research, *Environmental Education Research*, 28:1, 18-39, DOI: 10.1080/13504622.2021.2022101

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y EL AMBIENTE y CSA:

- Bencze, L., Pouliot, Ch., Pedretti E., Simonneaux L., Simonneaux J., & Zeidler D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>
- Canciani, M.L., Telias A. & Sessano P. (2017). Lección 2. Pedagogía del Conflicto ambiental: hacia la construcción de un abordaje político pedagógico en educación ambiental. En: María L. Canciani, et al. (2017). *Problemas y desafíos de la Educación Ambiental*. Buenos Aires (Argentina). Ediciones Novedades Educativas.
- Dawson V. & Carson K. (2018). Introducing Argumentation About Climate Change Socioscientific Issues in a Disadvantaged School. *Res Sci Educ*. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9715-x>
- Jorgenson S. N., Stephens J. C. & White B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education, *The Journal of Environmental Education*, 50:3, 160-171, DOI: 10.1080/00958964.2019.1604478
- Liu S.Y. (2016) Teaching Environmental Issues in Science Classroom: Status, Opportunities, and Strategies. In: Chiu MH. (eds). *Science Education Research and Practices in Taiwan*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-472-6_19
- Mora W.M., & Parga D.L. (2022). Contexto de la política colombiana en educación en cambio climático. En: V Seminario Internacional Resclima. Educación y Cambio Climático. Horizontes de Investigación. 17 y 18 de noviembre de 2022, Carmen de la Victoria, Granada – España.
- Mora W.M., y Parga D.L. (2021). Didáctica ambiental: Un aporte desde la didáctica de las ciencias. pp. 2311-2314. *Actas electrónicas del XI congreso internacional en investigación en didáctica de las ciencias, 2021*. Lisboa (Portugal) https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf
- Mora, W.M. (2017). Educación científica ambiental: elementos conceptuales para la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Extraordinario. 3357-3361.
- Mora, W.M. (2023). Articulación entre educación ambiental y educación en ciencias en escenarios de Cambio Global: Aportes a una educación resiliente pos-sostenibilidad, desde una didáctica centrada en “Cuestiones Socio Ambientales”. Capítulo 6. En Parga, D.L., Zapata, P.N. y Tuay, R.N. (Comp) (2022). *Educación en ciencias y matemáticas: contextos, desafíos y oportunidades*. XVII Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía. Doctorado Interinstitucional el Educación. Bogotá: Editorial Universidad Pedagógica Nacional. En prensa.
- Parga, D.L. y Mora, W.M. (2016). Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. *Indagatio Didactica*. 8(1), 777-792.
- Sepúlveda E. & Mora W.M. (2022). “Una propuesta de formación de docentes de ciencias desde la enseñanza de los conflictos ambientales”. IV Congreso Latinoamericano sobre Conflictos Ambientales (COLCA IV), y el III Congreso de la Sociedad Andina de Economía Ecológica (SAEE). 24 y 28 de octubre en la Universidad del Valle, Cali-Colombia.
- Sepúlveda E., y Mora W.M. (2021). Formación inicial de profesores de Ciencias, articulación curricular y cuestiones socioambientales: Un estudio de caso. pp. 1291-1294. *Actas electrónicas del XI congreso internacional en investigación en didáctica de las ciencias, 2021*. Lisboa (Portugal) https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf

- Zeidler D. L. & Kahn S. (2014). It's debatable!: using socioscientific issues to develop scientific literacy, K-12. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Zeidler D. L. & Sadler T. D. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. Inc. *Sci Ed*. 89:357 – 377.
- Zeidler, D.L., Herman, B.C. & Sadler, T.D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 1, 11 <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>

ECC:

- Clark, H. F., Sandoval W. A. & Kawasaki J. N. (2020). Teachers' uptake of problematic assumptions of climate change in the NGSS, *Environmental Education Research*, DOI: 10.1080/13504622.2020.1748175
- Drewes A., Henderson J., & Mouza Ch. (2018). Professional development design considerations in climate change education: teacher enactment and student learning, *International Journal of Science Education*, 40:1, 67-89, DOI: 10.1080/09500693.2017.1397798
- Eilam, E. (2022) Climate change education: the problem with walking away from disciplines, *Studies in Science Education*, 58:2, 231-264, DOI: 10.1080/03057267.2021.2011589
- Hestness E., McDonald R. Ch., Breslyn W., J. McGinnis R. & Mouza Ch. (2014). Science Teacher Professional Development in Climate Change Education Informed by the Next Generation Science Standards, *Journal of Geoscience Education*, 62:3, 319-329, DOI: 10.5408/13-049.1
- Hestness E., McGinnis J.R., Breslyn W., R. McDonald Ch. & Mouza Ch. (2017). Examining Science Educators' Perspectives on Learning Progressions in a Climate Change Education Professional Development Program, *Journal of Science Teacher Education*, 28:3, 250-274, DOI: 10.1080/1046560X.2017.1302728
- Ho L. Ch. & Seow T. (2015) Teaching Controversial Issues in Geography: Climate Change Education in Singaporean Schools, *Theory & Research in Social Education*, 43:3, 314-344, DOI: 10.1080/00933104.2015.1064842
- Monroe M.C., Plate R.R., Oxarart A., Bowers A. & Chaves W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research, *Environmental Education Research*, 25:6, 791-812, DOI:10.1080/13504622.2017.1360842
- Seow T. & Ho L.Ch. (2016) Singapore teachers' beliefs about the purpose of climate change education and student readiness to handle controversy, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 25:4, 358-371, DOI:10.1080/10382046.2016.1207993
- Shepardson, D.P., Niyogi D., Roychoudhury A. & Hirsch A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: implications for climate and environmental education, *Environmental Education Research*, 18:3, 323-352, DOI: 10.1080/13504622.2011.622839.

ECS:

- Bergman D. J. (2022). Teaching the Nature of Science in a Post COVID World, *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 95:2, 64-68, DOI: 10.1080/00098655.2021.1973359
- Calavia, S., Bravo-Torija B. & Mazas B. (2022). Which socio-scientific dimensions do 11th graders refer to when deciding whether to be vaccinated against COVID-19?, *Journal of Biological Education*, DOI: 10.1080/00219266.2022.2118354
- Demirdöğen B. & Aydın-Günbatar S. (2021) Teaching nature of science through the use of media reports on COVID-19, *Science Activities*, 58:3, 98-115, DOI:10.1080/00368121.2021.1957757
- Dufлот R., Baumeister S., Burgas D., Eyvindson K., Triviño M., Blattert Cl., Kuparinen A., Potterf M. (2021). Building up an ecologically sustainable and socially desirable post-COVID-19 future. *Sustainability Science*, 16:1397–1403. DOI: 10.1007/s11625-021-00940-z
- Forsythe M. E. & Chan Y.W. (2021) Justice-centered education amid the COVID-19 pandemic, *The Journal of Environmental Education*, 52:5, 347-357,

DOI:10.1080/00958964.2021.1981208

Genç M. & Uçak E. (2022): The way teacher roles preferred by science teachers reflect on the lessons they teach in terms of their discourse: COVID-19 vaccine, *Research in Science & Technological Education*, DOI: 10.1080/02635143.2022.2116420

Lee O. & Campbell T. (2020) What Science and STEM Teachers Can Learn from COVID-19: Harnessing Data Science and Computer Science through the Convergence of Multiple STEM Subjects, *Journal of Science Teacher Education*, 31:8, 932-944, DOI: 10.1080/1046560X.2020.1814980

ERD:

Ahangama N., Prasanna R. & Blake D. (2018): 'Living with the floods': the influence of relational and cognitive capital on disaster risk management capacities in Ratnapura, Sri Lanka, *Resilience*, DOI: 10.1080/21693293.2018.1485622

Amri A., Haynes K., Bird D. K. & Ronan K. (2018). Bridging the divide between studies on disaster risk reduction education and child-centred disaster risk reduction: a critical review, *Children's Geographies*, 16:3, 239-251, DOI:10.1080/14733285.2017.1358448

Mercer J., Gaillard J. C., Crowley K., Shannon R., Alexander B., Day S. & Becker J. (2012). Culture and disaster risk reduction: Lessons and opportunities, *Environmental Hazards*, 11:2, 74-95, DOI: 10.1080/17477891.2011.609876

Mönter L. & Otto K.H. (2018) The concept of disasters in Geography Education, *Journal of Geography in Higher Education*, 42:2, 205-219, DOI: 10.1080/03098265.2017.1339266

Park W. (2020) Beyond the 'two cultures' in the teaching of disaster: or how disaster education and science education could benefit each other, *Educational Philosophy and Theory*, 52:13, 1434-1448, DOI: 10.1080/00131857.2020.1751126

Rahma A., Mardiatno D. & Hizbaron D.R. (2023). Developing a theoretical framework: school ecosystem-based disaster risk education, *International Research in Geographical and Environmental Education*, DOI: 10.1080/10382046.2023.2214041

Rivera J. D. & Miller D.Sh. (2008). Disaster Vulnerability Education: A New Focus on Disaster Education Across the Curriculum, *Journal of Applied Security Research*, 4:1-2, 60-67, DOI: 10.1080/19361610802210202

Xu J. & Lu Y. (2018). Towards an earthquake-resilient world: from postdisaster reconstruction to pre-disaster prevention, *Environmental Hazards*, 17:4, 269-275, DOI:10.1080/17477891.2018.1500878

Zavar E. & Nelan M. (2020). Disaster drills as experiential learning opportunities for geographic education, *Journal of Geography in Higher Education*, 44:4, 624-631, DOI: 10.1080/03098265.2020.1771684

HIPOTESIS DE PROGRESION - TRANSICIÓN

Alonzo, A.C. & Gotwals, A. W. (Eds.) (2012). Learning progressions in science: Current challenges and future directions. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Breslyn, W., Drewes A., McGinnis J.R., Hestness E., & Mouza Ch. (2017). Development of an Empirically-based Conditional Learning Progression for Climate Change. *Science Education International*. Volume 28. Issue 3. pp. 214-223.

Breslyn, W., McGinnis, J. R. McDonald R. Ch, & Hestness E. (2016). Developing a Learning Progression for Sea Level Rise, a Major Impact of Climate Change. *Journal of Research in Science Teaching*.

Cabello-Garrido, A., España-Ramos, E. & Blanco-López, Á. Developing a Human Nutrition Learning Progression. *Int J of Sci and Math Educ* 16, 1269–1289 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9838-y>

Duncan R. G. & Rivet A. E. (2013). Science Learning Progressions. Vol 339. 25 January. pp.396-397. Science. www.sciencemag.org

Duncan R. G., Choi J., Castro-Faix M. & Cavera. V. L. (2017). A Study of Two Instructional Sequences. Informed by Alternative Learning Progressions in Genetics. *Sci & Educ*. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9932-0>

Duncan, R. G.,NRogat A. D., & Yarden A. (2009). A Learning Progression for Deepening

- Students' Understandings of Modern Genetics Across the 5th–10th Grades. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 46, No. 6, pp. 655–674.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123–182. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.604476>
- Fernández-Arroyo, J. (2012b). Los procesos de construcción del conocimiento significativo del agua en bachillerato. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), pp. 157-178.
- Furtak, E. M., Thompson, J., Braaten, M., & Windschitl, M. (2012). Learning progressions to support ambitious teaching practices. In A. C. Alonzo & A. W. Gotwals (Eds.), *Learning progressions in science: Current challenges and future directions* (pp. 405–433). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers
- García, J.E. (1995). La transición desde un pensamiento simple hacia un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, 27, pp. 7-20.
- García, J.E. (1997). La formulación de hipótesis de progresión para la construcción del conocimiento escolar: una propuesta de secuenciación en la enseñanza de la ecología. *Alambique*, 14, pp. 37-48.
- García, J.E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, 37, pp. 15-32
- Guerrero Fernández, A., Rodríguez Marín, F., López Lozano, L. y Solís Ramírez, E. (2022). Alfabetización ambiental en la formación inicial docente: diseño y validación de un cuestionario. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 25-46. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3517>
- Gunckel K. L. Covitt B. A. & Salinas, I. (2018). Learning progressions as tools for supporting teacher content knowledge and pedagogical content knowledge about water in environmental systems. *J Res Sci Teach*. 2018;1–23. DOI: 10.1002/tea.21454.
- Heritage, M. (2008). *Learning progressions: Supporting instruction and formative assessment*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Herrmann-Abell C. F. & DeBoer G. E. (2017). Investigating a Learning Progression for Energy Ideas From Upper Elementary Through High School. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Hokayem, H. & Gotwals A. W. (2016). Early Elementary Students' Understanding of Complex Ecosystems: A Learning Progression Approach. *Journal of Research in Science Teaching*. DOI. 10.1002/tea.21336
- Jin, H., Delgado, C., Bauer, M.I. et al. (2019). A Hypothetical Learning Progression for Quantifying Phenomena in Science. *Sci & Educ*. 28, 1181–1208 <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00076-8>
- Jin, H., Shin, H.J. & Cisterna, D. (2023). Systematic Validation in Science Learning Progression Research. *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10359-w>
- Montero, E., Callejo, M. L. y Valls, J. (2020). Instrumentación de una progresión de estrategias por estudiantes para maestro. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 83-101. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3038>
- Rivero, A.; Fernández - Arroyo, J. y Rodríguez, F. (2013). ¿Para qué sirven las setas? *Alambique*, 74, 38-48.
- Rodríguez-Marín, F. (2011). Educación ambiental para la acción ciudadana: concepciones del profesorado en formación sobre la problemática de la energía. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla, tesis doctoral.
- Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J., García Díaz, J.E (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 32,3, pp. 303-318.
- Schneider, R. M. & Plasman, K. (2011). Science Teacher Learning Progressions: A Review of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Development. *Review of Educational Research*. 2011 81: 530 originally published online 25 October 201. DOI: 10.3102/0034654311423382

- Schramm, J.W., Jin, H., Keeling, E.G. et al. (2018). Improved Student Reasoning About Carbon-Transforming Processes Through Inquiry-Based Learning Activities Derived from an Empirically Validated Learning Progression. *Res Sci Educ.* 48, 887–911 <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9584-0>
- Sikorski T.R. (2019). Context-Dependent “Upper Anchors” for Learning Progressions. *Science & Education.* <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00074-w>
- Sztajn, P., Confrey, J., Wilson, P.H. y Edgington, C. (2012). Learning trajectory based instruction: Toward a theory of teaching. *Educational Researcher*, 41 (5), 147-156.
- Talanquer, V. (2014). Conocimiento didáctico del contenido y progresiones de aprendizaje. En A. Garritz, G. Lorenzo y S. Daza-Rosales (Coords.), *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana.* Saarbrücken (Alemania): Editorial Académica Española.
- Todd, A., Romine, W. L. Whitt & K. C. (2016). Development and Validation of the Learning Progression–Based Assessment of Modern Genetics in a High School Context. *Science Education*, Vol. 00, No. 0, pp. 1–34.
- 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>
- Veronica Santelices, M., Wilson, M. (2022). Aligning teacher assessments and teacher learning through a teacher learning progression. *Educ Asse Eval Acc.* 34, 509–532. <https://doi.org/10.1007/s11092-022-09388-w>
- Watanabe, G., Calafell Subirà, G. y Rodríguez Marín, F. (2022). ¿Cómo incorporamos la complejidad en actividades de educación científica y ambiental?. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2),109-124. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3504>

PCK –CDC, MODELOS:

- Abell, Sandra., A. Park Meredith., Hanuscin, Deborah., Lee, Michele., & Gagnon. Mark J. (2009). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers. *J. Sci Teacher Educ* 20:77–93. DOI 10.1007/s10972-008-9115-6
- Becerra, B., Núñez, P., Vergara, C. et al. (2023). Developing an Instrument to Assess Pedagogical Content Knowledge for Evolution. *Res Sci Educ.* 53, 213–229 <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10042-0>
- Buma A. & Nyamupangedengu E. (2023) Investigating the Quality of Enacted Pedagogical Content Knowledge by Mapping Out Component Interactions: A Case Study of a Teacher Educator Teaching Basic Genetics, *Journal of Science Teacher Education*, DOI: 10.1080/1046560X.2022.2158267
- Buma, A.M., Sibanda, D. & Rollnick, M. (2023). Exploring the Development of the Quality of Topic Specific Pedagogical Content Knowledge in Planning: the Case of Grade 8 Natural Sciences Teachers. *Int J of Sci and Math Educ.* <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10355-0>
- Chan K. K., Rollnick M. and Gess-Newsome J. (2019). A Grand Rubric for Measuring Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge. Chapter 11. pp. 251-269. In: Hume A. et al. (eds.) (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers’ Knowledge for Teaching Science*, https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_11
- Dyches J., and Boyd A. (2017). Foregrounding Equity in Teacher Education: Toward a Model of Social Justice Pedagogical and Content Knowledge. *Journal of Teacher Education.* 1–15.
- Herold, Frank. (2019). Shulman, or Shulman and Shulman? How communities and contexts affect the development of pre-service teachers’ subject knowledge, *Teacher Development*, 23:4, 488-505, DOI: 10.1080/13664530.2019.1637773
- Hestness, E., McDonald R. Ch, Breslyn, W., McGinnis J.R. & Mouza Ch. (2014). Science Teacher Professional Development in Climate Change Education Informed by the Next Generation Science Standards, *Journal of Geoscience Education*, 62:3, 319-329, DOI: 10.5408/13-049.1

- Hume A. et al. (eds.) (2019). Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science, https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_11
- Hume, Anne & Berry, Amanda. (2013). Enhancing the Practicum Experience for Pre-service Chemistry Teachers Through Collaborative CoRe Design with Mentor Teachers. *Res Sci Educ.* 43:2107–2136. DOI 10.1007/s11165-012-9346-6
- Hume, Anne., Cooper, Rebecca & Borowski, Andreas (Eds.). (2019). Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science. Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Kaya, O. N. (2008) 'The Nature of Relationships among the Components of Pedagogical Content Knowledge of Preservice Science Teachers: 'Ozone layer depletion' as an example', *International Journal of Science Education*, 1–28, DOI: 10.1080/09500690801911326
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204. DOI: 10.1080/03057260903142285
- Kind, V. (2017). Development of evidence-based, student-learning oriented rubrics for pre-service science teachers' pedagogical content knowledge, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2017.1311049.
- Kinslow, A. T. Sadler T. D. & Nguyen H. T. (2019). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class, *Environmental Education Research*, 25:3, 388-410, DOI: 10.1080/13504622.2018.1442418
- Long, C.S., Harrell, P., Subramaniam, K. et al. (2023). Strengthening Elementary Preservice Teachers' Physical Science Content Knowledge: a 3-Year Study. *Res Sci Educ.* 53, 613–632 <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10071-9>
- Loughran, J. J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2014). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 41, N°. 4, pp. 370–391.
- Mavhunga, Elizabeth & van der Merwe, Denise (2020) Bridging Science Education's Theory–Practice Divide: A Perspective from Teacher Education Through Topic-Specific PCK, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24:1, 65-80, DOI: 10.1080/18117295.2020.1716496
- Mesci, G., Schwartz, R.S. & Pleasants, B.A.S. (2020). Enabling Factors of Preservice Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Nature of Science and Nature of Scientific Inquiry. *Sci & Educ.* 29, 263–297 <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00090-w>
- Miheso J. M. & Mavhunga E. (2020). The retention of topic specific PCK: a longitudinal study with beginning chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*. DOI: 10.1039/d0rp00008f
- Mora W.M., y Parga D.L. (2021). PCK canónico y CDC Complejo: Relaciones entre Rúbricas, y Tramas de Transición para el desarrollo profesional docente en ciencias. pp. 987-990. ACTAS ELECTRÓNICAS DEL XI CONGRESO INTERNACIONAL EN INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2021. Lisboa (Portugal) https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf
- Mora, W. M. y Parga, D. L. (2017). El modelo unificador TPK&S: algunas similitudes y diferencias con el CDC-complejo, en el profesorado de ciencias. Enseñanza de las Ciencias. X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Sevilla. 5-8 de septiembre de 2017. pp. 103-107.
- Mora, W.M. y Parga, D.L. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En: A. Garritz, R.S. Daza y M.G. Lorenzo (Comp.) (2014). Conocimiento didáctico del contenido, una perspectiva iberoamericana (pp. 100-143). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Neumann K., Kind V. & Harms U. (2018). Probing the amalgam: the relationship between science teachers' content, pedagogical and pedagogical content knowledge, *International*

Journal of Science Education, DOI: 10.1080/09500693.2018.1497217

Nilsson P. & Karlsson G. (2018): Capturing student teachers' pedagogical content knowledge (PCK) using CoRes and digital technology, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2018.1551642

Nousheen A., Abid Zia M. & Waseem M. (2022): Exploring pre-service teachers' self-efficacy, content knowledge, and pedagogical knowledge concerning education for sustainable development, *Environmental Education Research*, DOI:10.1080/13504622.2022.2128055

Otto Ch. & Everett S. (2013) An Instructional Strategy to Introduce Pedagogical Content Knowledge Using Venn Diagrams, *Journal of Science Teacher Education*, 24:2, 391-403, DOI: 10.1007/s10972-012-9272-5

Park S. (2019). Reconciliation Between the Refined Consensus Model of PCK and Extant PCK Models for Advancing PCK Research in Science. Chapter 4. pp.117-127. In: Hume A., Cooper R., Borowski A. (eds) *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer, Singapore. https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1007/978-981-13-5898-2_11

Park, Soonhye., Jang, Jeong-Yoon., Chen, Ying-Chih & Jung, Jinhong. (2011). Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) Necessary for Reformed Science Teaching?: Evidence from an Empirical Study. *Res Sci Educ*, 41:245–260. DOI 10.1007/s11165-009-9163-8

Scharfenberg, F.J., Bogner, F.X. (2021). Module-Phase-Dependent Development of Pedagogical Content Knowledge: Replicating a Role-Change Approach in Pre-Service Teacher Education in an Outreach Lab. *Res Sci Educ* 51, 1177–1195. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09887-9>

Star J.R. (2023). Revisiting the origin of, and reflections on the future of, PCK. *Asian Journal for Mathematics Education* 1-14. DOI: 10.1177/27527263231175885

Tosunoglu, Cigdem H., & Lederman, Norman G. (2016). The development of an instrument for assessing pedagogical content knowledge for socioscientific knowledge (PCK-SSI). <https://www.researchgate.net/publication/303278201>

Vázquez-Bernal, B., Mellado, V. & Jiménez-Pérez, R. (2022). The Long Road to Shared PCK: a Science Teacher's Personal Journey. *Res Sci Educ*. 52, 1807–1828. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10028-4>

Velazco M.A., Mora W.M. (2022). "Aproximaciones teóricas del Conocimiento Didáctico del Contenido del profesor en ejercicio de química, en relación con la química orgánica estructural del SARS-CoV-2". Aceptación 7765. XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica - CIEDUC 2022. (<http://www.cieduc.org/cieduc2022/index.html>). Antigua - Guatemala, 28 nov. al 1 dic. 2022.

Zhou, G. (2015). Environmental Pedagogical Content Knowledge: A Conceptual Framework for Teacher Knowledge and Development. In: S. K. Stratton., R. Hagevik., A. Feldman, & M. Bloom (Eds.) (2015). *Educating Science Teachers for Sustainability*. Chapter 11. (pp. 185 – 204). New York, London: Springer.

Datos del profesor: William Manuel Mora Penagos. Magister en Docencia de la Química, Doctor en Educación Ambiental.

Procedencia institucional: DIE-UD. – Universidad Distrital FJdeC.

E-mail: wmmorap@udistrital.edu.co

Ubicación en la Universidad: DIE-UD. Aduanilla de Paiba