

Concepciones previas de estudiantes de Ingeniería Agronómica sobre técnicas de Biología Molecular: una investigación didáctica aplicada basada en mapas conceptuales

Agricultural Engineering students' previous conceptions of Molecular Biology Techniques: An applied instructional investigation based on concept maps

 Ysbelia Sánchez¹

 Ivana Camejo²

²Universidad Nacional Experimental del Táchira, Decanato de Investigación, Laboratorio de Investigaciones Genéticas, San Cristóbal, Venezuela.

¹Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Departamento de Biologia Estrutural e Funcional, Campinas, SP, Brasil. Autora Correspondente: ivanae@unicamp.br

Resumen: Investigación de aplicación didáctica, interpretativa y descriptiva con el propósito de obtener una aproximación a los conocimientos previos de estudiantes de Ingeniería Agronómica, acerca de las principales técnicas de la Biología Molecular, con la finalidad de recabar información relevante para construcción de Unidades Educativas Potencialmente Significativas con auxilio en laboratorios virtuales y remotos. En la evaluación de los mapas conceptuales se siguió la propuesta del Método de Puntuación Unitaria y el Índice General de Construcción Integrativa de Significados. El análisis de las informaciones generó contribuciones en dos direcciones: la primera en el acercamiento a los conceptos inclusores, su organización y posibles niveles de complejidad, así como el nivel de construcción integrativa de significados de partida de cada uno de los estudiantes; la segunda, en la utilización de dichas concepciones en el proceso de construcción de futuras estrategias de facilitación de Aprendizaje Significativo.

Palavras Chave: Enseñanza de biología; Mapa conceptual; Aprendizaje significativo; Educación superior.

Abstract: This study examines the didactic, interpretive, and descriptive approaches used to assess the prior knowledge of undergraduate agricultural engineering students regarding key techniques in molecular biology. The aim is to gather relevant information for a comprehensive teaching unit that integrates virtual and remote laboratories. We used a unified scoring method and the General Index of Integrative Construction of Meanings to evaluate the concept maps. The information provided insights into two main areas: first, it helped clarify the understanding of integrative concepts, their organization, and potential levels of complexity; second, it addressed the degree of integrative construction of each student's initial understanding. These findings are critical for designing future strategies to promote meaningful learning.

Keywords: Biology teaching; Conceptual map; Meaningful learning; Higher education.

Recibido: 27/03/2024

Aprobado: 03/09/2024



Introducción

Desde hace varias décadas la formación en Biología Molecular (BM) y en sus principales técnicas de estudio forman parte de los programas de estudios universitarios en Venezuela (Universidad Central de Venezuela, 2006; Universidad de los Andes, 2006), sin embargo, dependiendo de la carrera, de la formación de los profesores y de la dotación de los laboratorios, el abordaje de estos contenidos puede ser desde muy variado a escaso.

Asimismo, la producción de conocimiento científico en la Biología Molecular ha dado lugar a nuevas técnicas de mayor sensibilidad y especificidad, junto al desarrollo de nuevas tecnologías en el área (Diz Mellado, 2020). Estos cambios contribuyen a un aumento considerable en la brecha de la actualización de los currículos en la educación formal, lo que atribuye mayor complejidad en su enseñanza, pues la transposición del conocimiento científico hacia su didáctica tiende a ser lenta. Asimismo, en la mayoría de los casos, estos contenidos se desarrollan de manera teórica o práctica demostrativa, sin el estudio de los aspectos procedimentales, como el hacer en el laboratorio. Las principales técnicas moleculares que son comunes entre las diversas áreas de las ciencias de la vida son las siguientes: extracción del material genético, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la electroforesis en gel de agarosa (Merchán; Torres Caicedo; Díaz Torres, 2017).

Hoy día es fundamental que los estudiantes de pregrado tengan acceso al estudio de estas técnicas moleculares mediante el desarrollo de contenidos teórico-prácticos, pues son fundamentales en la salud (diagnóstico de patógenos y de enfermedades hereditarias, otros), en el mejoramiento genético (avance y selección de organismos promisorios para la producción), en el área ambiental (en el diagnóstico de patógenos y parásitos humanos en agua, suelo, alimentos, en propuestas de mejora ambiental y conservación, entre otros). En las ciencias de la vida, en la investigación y producción de conocimiento nuevo que apoye a su vez a las áreas previamente mencionadas, entre otras.

Este estudio deriva de uno mayor referido a la construcción de UEPS sobre las principales técnicas de las Biología Molecular, en el marco del desarrollo de una maestría en docencia virtual, dirigidas a la facilitación de Aprendizaje Significativo de estudiantes de Ingeniería Agronómica en la asignatura Mejoramiento Genético Vegetal de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). Esta disciplina es cursada en el 9º semestre, de un total de diez semestres de la carrera de Agronomía y en ella se hace un breve acercamiento a algunas de las técnicas de la Biología Molecular. Sin embargo, debido a la complejidad del laboratorio y al alto costo para la adquisición de los insumos se observan los problemas descritos previamente.

El conocimiento de estos temas es fundamental en la praxis de los profesionales egresados en el área, no sólo para la aplicación de marcadores moleculares para acelerar procesos de selección, también para el diagnóstico de fitopatógenos, en la caracterización molecular de cultivares, en propuestas de mejora, en la biotecnología vegetal, entre otros estudios fundamentales para la producción vegetal, que repercuten en la seguridad alimentaria.

El desarrollo de la UEPS en esta investigación contempla la aplicación de mapas conceptuales (MC) como estrategias de aproximación a las concepciones previas, así como parte marco conceptual del diagrama V de Gowin, como herramienta integradora aplicada a la resolución de problemas con el estudio de las principales técnicas de la Biología

Molecular en laboratorios remotos y virtuales. El objetivo de esta fase es el de diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes acerca de las principales técnicas de la Biología Molecular, a partir del desarrollo de mapas conceptuales.

Referencial teórico

La organización de espacios académicos que posibiliten el desarrollo del pensamiento crítico metacognitivo como parte de las estrategias de enseñanza de las ciencias, es considerado uno de los factores que conspiran cognitivamente en contra del trabajo pedagógico del profesor, constituyéndose en un obstáculo para la facilitación de aprendizaje significativa de sus estudiantes (Campanario; Otero, 2000 *apud* Ferreira *et al.*, 2018, p. 44).

Los enfoques alternativos en la enseñanza de las ciencias pueden aportar una estructura que facilite la enseñanza y el aprendizaje de estos contenidos. Entre estos enfoques aplicados específicamente en los laboratorios didácticos (LD) y que dialoguen con la teoría del Aprendizaje Significativo (TAS), se pueden mencionar el Epistemológico, que parte de una situación científica o socio científica y su resolución o abordaje depende de la actividad experimental propiamente dicha (Flores; Caballero; Moreira, 2014). De esta manera, los LD podrían contar con un componente que medie el aprendizaje significativo en los estudiantes, por medio del abordaje de un enfoque constructivista, donde el educando cuente con material orientador potencialmente significativo (Camejo; Galembeck, 2017; Flores; Caballero; Moreira, 2014; Moreira, 2013).

El desarrollo de laboratorios virtuales y remotos debe estar mediado por estrategias didácticas que tengan el potencial de proveer un aprendizaje potencialmente significativo (Moreira, 2013). Estas propuestas educacionales plantean secuencias organizadas de acuerdo al qué, el cómo, el para qué, el dónde, y el para quién, entre otras interrogantes básicas; que conllevan un contexto importante para su aplicación. Al inicio de estas secuencias, es fundamental organizar o proponer situaciones (debates, cuestionarios, mapas conceptuales, mapas mentales, situaciones problemáticas, entre otros), que llevan al estudiante a exteriorizar sus conocimientos previos, aceptados o no, en el contexto de la materia de enseñanza, supuestamente relevantes para el aprendizaje significativo del tema (objetivo) en cuestión. Asimismo, en su proceso, también se plantea la construcción del diagrama V de Gowin y el empleo de mapas conceptuales para el diagnóstico de conocimientos previos.

La Teoría de Aprendizaje Significativa como referencial teórico de los laboratorios didácticos de ciencias favorecen su desarrollo como una actividad investigativa para resolver situaciones-problema bajo una orientación constructivista, asumiendo como punto de partida, los conocimientos previos de los estudiantes sobre el contenido disciplinar objeto de estudio, ya que este conocimiento debería ser utilizado para integrar las bases conceptuales (teóricas y metodológicas), que faciliten el diseño del trabajo práctico de laboratorio que el estudiante desarrollará (Flores; Caballero; Moreira, 2014).

Los mapas conceptuales definidos como diagramas conceptuales jerárquicos que destacan conceptos de un campo determinado conceptual y sus relaciones o proposiciones entre ellos; son útiles en la diferenciación progresiva y en la reconciliación integradora de conceptos y en la propia conceptualización, por lo tanto, son una herramienta útil para representar y organizar el conocimiento (Flores; Caballero; Moreira, 2011, 2014; Novak; Cañas, 2006).

En este mismo orden de ideas, Flores; Caballero; Moreira (2014), publican sobre el uso de mapas conceptuales como instrumentos evaluativos del nivel de construcción integrativa de significados en el laboratorio de Bioquímica. Emplean para la evaluación un índice general de construcción integrativa de significados (IGCIS), con el cual pudieron apreciar su utilidad en la evaluación de los mapas conceptuales, ya que contribuye en la interpretación de la construcción integrativa de significados en el trabajo práctico de laboratorio bajo un enfoque constructivista. Así, estos autores concluyen que “[...] el índice IGCIS integra la calidad constructiva, la pertinencia contextual y la inclusión de conceptos metodológicos pertinentes a la situación-problema planteada. [...]” (Flores; Caballero; Moreira, 2014, p. 621).

Metodología

Investigación de aplicación didáctica, interpretativa y descriptiva, con apoyo en parámetros estadísticos (sumatoria, promedios y desviación estándar). Asimismo, en la construcción de la Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) se siguió la complejidad progresiva sugerida por Moreira (2013), por lo tanto, esta divulgación corresponde a los dos pasos iniciales como lo son: (1) Definir el tema específico a tratar, principales técnicas de la BM, sus aspectos declarativos y procedimentales; (2) Organizar debates y mapas conceptuales para identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre las principales técnicas de la BM.

En este punto inicial de la UEPS, la intervención didáctica planteada para llegar a cabo el proceso de levantamiento de ideas previas de los sujetos participantes de esta investigación sobre la Biología Molecular, fue delineada desde una perspectiva constructivista, de acuerdo con Camejo e Galembeck (2019) en la cual, fue posible sustentar las prácticas pedagógicas según los contextos reales de los estudiantes. En este sentido, el inicio de la UEPS consideró el levantamiento y sistematización de las concepciones previas de los estudiantes en todo momento, con apoyo en diversas técnicas didácticas, atendiendo a los diversos estilos y canales de entrada de la información, a través de diversas herramientas de última generación tecnológica para facilitar el proceso complejo de extrapolación y socialización del conocimiento científico.

En este sentido, fue aplicado un taller introductorio sobre mapas conceptuales (MC) y el diagrama V. Con respecto a los MC, fue posible socializar sobre los acuerdos y las bases en el proceso de su construcción, así como de su utilidad en el proceso inicial de esta investigación como estrategias de aproximación y levantamiento de ideas previas de los estudiantes sobre técnicas de biología molecular. Esta fase se desarrolló con la participación de seis estudiantes de la asignatura Mejoramiento Genético Vegetal de la UNET. Se sugirió la construcción de mapas sobre las principales técnicas de la BM, a partir de cuestiones detonadoras como ¿Qué es BM? ¿Cuáles son las principales técnicas de la BM? ¿En qué orden se ejecutan estas técnicas en un laboratorio de BM? ¿En qué rubro se han aplicado? ¿Cuándo es necesaria su aplicación? Las preguntas propuestas por la docente y por los estudiantes, conllevaron a una discusión socializada de diversas situaciones problemas entorno a la temática, momento que motivó a los estudiantes para la elaboración del mapa de conceptos. Con la construcción de este MC inicial se pudieron conocer las ideas previas de los estudiantes de ingeniería.

La evaluación de los mapas conceptuales se fundamentó en los criterios de evaluación propuestos por Flores; Caballero; Moreira (2011, 2014). Por lo tanto, se emplearon los siguientes componentes para calcular el método de puntuación unitaria (MPU) y determinar luego el puntaje relativo de la calidad de construcción del mapa conceptual (PRCCMC): los conceptos relevantes (CR), incluyendo los ejemplos, las relaciones conceptuales (RC), las conexiones cruzadas (CC), los niveles de jerarquías (NJ) y las ramificaciones (RAM). Adicionalmente, se consideraron los conceptos con implicaciones metodológicas debido a la naturaleza de los contenidos (CM), el número de conceptos totales seleccionados (CT), tanto relevantes como irrelevantes, pertinentes como no pertinentes IRCCMC.

El nivel de construcción integrativa de significados de los mapas conceptuales se determinó a través del Índice General de Construcción Integrativa de Significados [IGCIS = $CR/CT + CM/CR + IRCCMC$ (Índice relativo de la calidad constructiva)], integrado por los tres índices (Flores, Caballero; Moreira, 2014). Estos criterios contemplan los procesos fundamentales del aprendizaje significativo, tales como la relación entre el número de conceptos relevantes (CR) y el número de conceptos totales (CT), relacionado a la pertinencia contextual (CR/CT). El índice de inclusión de conceptos metodológicos (CM/CR) en el mapa, en relación al total de conceptos relevantes, así como la escala propuesta por Flores, Caballero y Moreira (2014): Nivel bajo (1,49 – 1,80), nivel medio (1,81 – 2,13) y nivel alto (2,14 – 2,45). Una síntesis del diseño metodológico aplicado en esta investigación es presentada a continuación en el **cuadro 1**.

Cuadro 1 — Descripción del proceso de sistematización de las informaciones suministradas por los sujetos participantes de la investigación

Sujetos participantes y contexto de la investigación	Orientación / visión didáctica de la Enseñanza	Fuente de las informaciones	Instrumentos de coleta	Técnica de análisis y tratamiento de las informaciones
Seis estudiantes de la asignatura de Mejoramiento Genético Vegetal, de la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNET.	Constructivista, Aprendizaje Significativa	Construcción de mapas conceptuales sobre conocimientos previos sobre técnicas de biología molecular.	Mapas conceptuales contruidos y registrados en el software Cmap Tools versión 6,04.	Método de puntuación unitaria de mapas conceptuales-MPU (Flores; Caballero; Moreira, 2014); Categorización basados en niveles: alto, medio y bajo.

Fuente: Elaboración de las autoras.

Sistematización y análisis de los resultados

La aplicación del taller acerca de mapas conceptuales y V de Gowin, permitió sentar las bases para que los estudiantes emplearan esta estrategia con apropiación en el desarrollo de las actividades evaluativas a aplicar en la asignatura como parte del presente trabajo de investigación.

Conocimientos previos sobre técnicas de Biología Molecular: análisis de los MC

En la **tabla 1** se presentan los puntajes obtenidos por los estudiantes en los diferentes componentes de los mapas conceptuales considerados en esta evaluación. En la **tabla 2** se muestran los índices calculados a partir de los valores de la primera tabla, con la finalidad de determinar la calidad constructiva de los MC elaborados por los estudiantes.

Tabla 1— Puntajes atribuidos a los componentes de los mapas conceptuales construidos por los sujetos de la investigación

Sujetos participantes	Componentes no MPU		Componentes MPU					Puntaje MPU	Puntaje PRCCMC (escala 1-100)
			CT	CM	CR	RCV	RAM	NJ	CCV
Ea	16	4	15	12	1	4	1	33	55
Eb	30	12	23	22	4	7	4	60	100
Ec	22	8	12	8	0	4	1	25	41.66
Ed	30	10	18	12	1	7	2	40	66.66
Ee	22	8	16	14	3	5	4	42	70
Ef	44	5	19	11	2	5	1	38	63.33
Promedio	27,33	7,83	17,17	13,17	1,83	5,33	2,17	39,67	75,00
Desviación	9,77	2,99	3,76	4,75	1,47	1,37	1,47	11,67	22,91

CT: conceptos totales. **CM:** conceptos metodológicos. **CR:** conceptos relevantes. **RCV:** relaciones conceptuales válidas. **RAM:** ramificaciones. **NJ:** niveles de jerarquía. **CCV:** conexiones cruzadas válidas. **MPU:** método de puntuación unitaria. **PRCCMC:** calidad de construcción del mapa conceptual.

Fuente: Elaboración de las autoras.

Se observa que a pesar de que es un primer acercamiento a este tipo de estrategias en estudiantes de Ingeniería Agronómica en la universidad, hubo estudiantes con una cantidad alta de los conceptos totales proporcionales a los conceptos relevantes para la temática (como por ejemplo los estudiantes Ea y Ed). Asimismo, el estudiante Eb incorporó una marcada cantidad de conceptos metodológicos (**tabla 1**). Sin embargo, se observa que por ejemplo el estudiante Ef reunió una alta cantidad de conceptos, pero muy pocos de relevancia o con función metodológica.

Algunos de los conceptos previos colocados por los estudiantes y considerados en esta investigación como relevantes dada sus consistencias con los acuerdos más ampliamente aceptados en la comunidad científica fueron: técnicas de laboratorio, metodología científica, interacción molecular, marcadores biológicos y bioquímicos, reacción en cadena de la polimerasa-PCR, secuenciación, ADN, Proteínas, ARN, Biología Molecular, Electroforesis, amplificación, polimerasa, aminoácidos, técnicas, mejoramiento genético, interacción célula, célula, entre otros. Algunos de estos pueden ser identificados en el mapa conceptual del estudiante Eb, según la **figura 1**.

Tabla 2 — Calidad constructiva de los mapas conceptuales sobre técnicas de biología molecular contruidos por los sujetos de la investigación

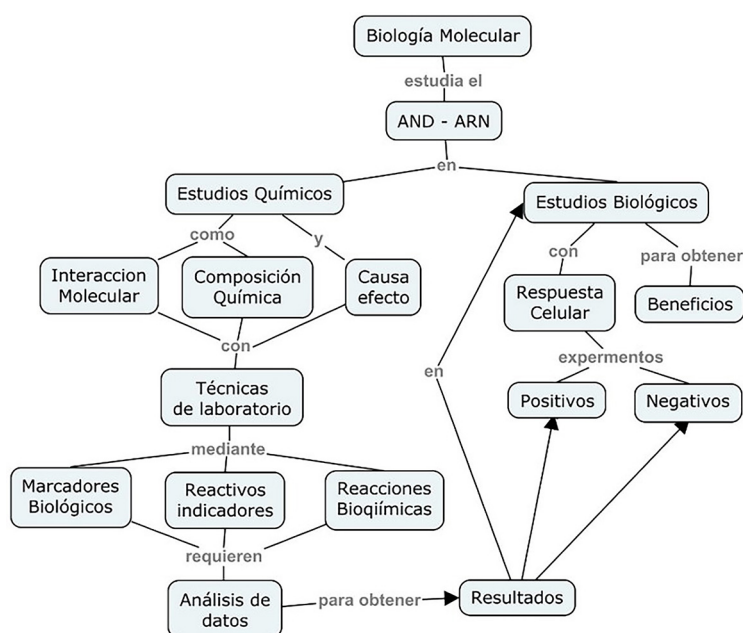
Sujetos participantes	Índices componentes del IGCIS			IGCIS	NCIS*
	CR/CT	CM/CR	IRCCMC		
Ea	0.94	0.3	0,55	1.79	Bajo
Eb	0.77	0.52	1	2.29	Alto
Ec	0.55	0.67	0,42	1.64	Bajo
Ed	0.6	0.56	0,67	1.83	Medio
Ee	0.73	0.5	0,7	1.93	Medio
Ef	0.43	0.26	0,63	1.32	Bajo

CR/CT: pertinencia contextual. **CM/CR:** inclusión de conceptos metodológicos. **IRCCMC:** Índice relativo de la calidad constructiva. **IGCIS:** Índice general de construcción integrativa de significados. **NCIS:** Nivel de construcción integrativa de significados.

*Escala: Nivel bajo (1,49-1,80), nivel medio (1,81-2,13) y nivel alto (2,14-2,45).

Fuente: Elaboración de las autoras.

Se observa que tres estudiantes demostraron una alta pertinencia contextual con índices por encima de los 0,7 (sujetos **Ea**, **Eb** y **Ee**). También cabe resaltar que cuatro estudiantes (**Eb**, **Ec**, **Ed** y **Ee**) mencionan conceptos metodológicos importantes en el desarrollo de la Biología Molecular, como se puede observar en la **figura 1**, correspondiente al mapa realizado por el estudiante Eb. El índice IGCIS, permitió la clasificación de los participantes sobre el nivel de construcción integrativa: uno con nivel alto, dos con nivel medio y tres con nivel bajo (**tabla 2**).

Figura 1 — Mapa conceptual construido por el **Eb** sobre las Técnicas de Biología Molecular

Nota: considerado como Nivel de construcción integrativa de significados, índice general de construcción integrativa de significados 2,29.

Fuente: elaborada por el sujeto Eb en el software gratuito Cmap Tools, versión 6.04.

Como lo indica la Teoría de Aprendizaje Significativa (Flores; Caballero; Moreira, 2014), el nivel de conocimientos previos de los estudiantes constituye un indicador de los subsumidores disponibles para el enlace de conceptos nuevos, por lo tanto, con la aplicación de esta estrategia de MC se podría suponer o esperar que los estudiantes Eb, Ed y Ee, en este orden decreciente, presenten un mapa de aprendizaje con una asimilación conceptual de mayor consolidación y estabilidad, con respecto a los otros tres estudiantes (Ea, Ec y Ef). Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tiempo que se toma cada persona para llevar el conocimiento implícito a explícito y científicamente aceptado, es único o individual, debido a que depende de su capacidad cognitiva (Moreira; Sperling, 2009).

Es importante resaltar que el proceso de levantamiento de concepciones previas se corresponde con el comienzo de una serie de estrategias educacionales potencialmente significativas organizadas en una UEPS. Se espera contar con la motivación y predisposición para aprender por parte de los estudiantes, aunada al abordaje didáctico desde una perspectiva constructivista en las siguientes etapas de la UEPS, sea superada la carencia de subsumidores por parte de los participantes Ea, Ec y Ef.

Como lo plantean Flores, Caballero y Moreira (2014), la incorporación de subsumidores adecuados y pertinentes, amerita que éstos se hayan elaborado con claridad, precisión y diferenciación; para tener potencialidad conceptual asimilativa y aplicativa en el laboratorio. Principalmente en este trabajo de investigación que involucra de forma directa el conocimiento procedimental en la toma de decisiones en cuanto a la aplicación de las principales técnicas de la Biología Molecular, tales como, la extracción de los ácidos nucleicos, la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) y la electroforesis en gel de agarosa.

El conocimiento de las ideas o conceptos previos de los estudiantes es muy importante en el desarrollo de estrategias potencialmente significativas, pues el anclaje de la cantidad de conceptos nuevos que sean relevantes y tengan implicaciones metodológicas con recursividad y ejemplos; depende directamente de la cantidad de conceptos de partida, es decir del potencial de conceptos relevantes, su claridad, organización y estructura de la que parte cada individuo.

Como lo indica Rodríguez (2008 *apud* Flores; Caballero; Moreira, 2014, p. 619), el aprendizaje significativo depende de los inclusores que pueden ser potencialmente modificados en el proceso de asimilación de la nueva información para generar estructuras cognitivas nuevas. Estos conceptos inclusores se debe ir modificando y adaptando en cantidad, variedad y profundidad en la medida en que se avance en el desarrollo de las estrategias que se generarán partiendo de la información obtenida de los estudiantes, y del propósito de la investigación.

Consideraciones finales

Sin ánimos de imponer absolutismos inferenciales, acreditamos en que la implementación de instrumentos y sistemas de análisis cuantitativos como los mapas conceptuales y el método de puntuación unitaria (MPU), representan de forma concreta una oportunidad valiosa que auxilia el proceso de sistematización de las informaciones en investigaciones cualitativas interpretativas, conservando la naturaleza de la construcción de conocimiento según el paradigma cualitativo, e disminuyendo a través del uso del

lenguaje matemático-estadístico los problemas comúnmente asociados a la falta de sistematización de las informaciones y datos recolectados en investigaciones de naturaleza cualitativa con diseños descriptivos.

La aplicación de los MC como estrategias de aproximación y levantamiento de ideas previas de los estudiantes sobre técnicas de biología molecular, y su consecutiva evaluación con el método de puntuación unitaria (MPU) ha generado un mapeamiento de identificación de ideas previas elemental en el proceso de construcción de intervenciones didácticas contextualizadas y potencialmente significativas, orientadas según lo que el estudiante ya sabe sobre el tema en cuestión, proporcionando en general información valiosa para el proceso de construcción de UEPS sobre las principales técnicas de la Biología Molecular, con apoyo en laboratorios virtuales y remotos.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Fundo de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e à Extensão (FUNCAMP), Proceso n.º 2310/24. 2016/05243-7.

Referencias

CAMEJO, I.; GALEMBECK, E. Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto alegre, v. 24, n. 2, p. 256-270, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p256>.

CAMEJO, I.; GALEMBECK, E. Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. ext., p. 2485-2490, 2017. Recuperado el 31 ene. 2025 de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336873>.

DIZ MELLADO, O. M. Técnicas de biología molecular en el diagnóstico de enfermedades infecciosas. *NPunto*, España, v. 3, n. 30, p. 88-111, 2020.

FERREIRA, S. A.; BERNARDI, G.; SILVEIRA, M. S.; LEONARDI, A. F.; GOLDSCHMIDT, A. I. Atividades metacognitivas como facilitadoras na aprendizagem sobre seres vivos nos anos iniciais. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, v. 14, n. 29, p. 43-62, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v14i29.5374>.

FLORES, J.; CABALLERO, M. C.; MOREIRA, M. A. Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V un estudio de caso de la UPEL/IPC. *Revista de Investigación*, Caracas, v. 35, n. 73, p. 241-266, 2011.

FLORES, J.; CABALLERO, M. C.; MOREIRA, M. A. Los mapas conceptuales como instrumentos evaluativos del nivel de construcción integrativa de significados en el laboratorio de bioquímica bajo un enfoque constructivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 611-624, 2014.

MERCHÁN, M. A.; TORRES CAICEDO, M. I.; DÍAZ TORRES, A. K. Técnicas de biología molecular en el desarrollo de la investigación: revisión de la literatura. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, La Habana, v. 16, n. 5, p. 796-807, 2017.

MOREIRA, M. *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas*. Porto Alegre: UFRGS, 2013. Recuperado el 27 ene. 2025 de: <https://tinyurl.com/4sesvrkn>.

MOREIRA, M.; SPERLING, C. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo: ¿Una correlación necesaria? *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 4, n. 3, p. 91-100, 2009.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. *The theory underlying concept maps and how to construct them*. US: CmapTools Rev, 2006. Recuperado el 27 ene. 2025 de: <https://tinyurl.com/52tf3ary>.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. *Pensum*. Los Chaguaramos Caracas, Venezuela: UCV, 2006. Recuperado el 27 ene. 2025 de: <https://tinyurl.com/48j3k2vs>.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. *Información básica*: postgrado en biología molecular. Mérida, Venezuela: ULA, 2006.