



Didáctica de la **QUÍMICA**

Una estrategia de investigación en el aula

María Guadalupe Ruacho Soto





Didáctica **de la** **QUÍMICA**

Una estrategia de investigación en el aula

Didáctica de la química. Una estrategia de investigación en el aula

Primera edición en la Red de Investigadores de Chihuahua en 2025.

María Guadalupe Ruacho Soto. P. 174:il.; 16.5 x 23 cm. 1. Ciencias sociales 2. Cultura — Aspectos sociales I. LC: HM621 L37 Dewey: 306 L37

ISBN: 978-607-98139-9-4

1a. Edición 2025

Diseño editorial: Martha Idaly Retana Reyes

Corrección de estilo: María Rivera Valdez

Cada libro de la REDIECH es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación doble ciego por especialistas en la materia.

Lo invitamos a ver el proceso de dictaminación de este libro transparentado en <https://rediech.org/>

La Red de Investigadores Educativos de Chihuahua se especializa en la publicación de conocimiento científico en español e inglés. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación, comités y ética editorial, acceso abierto, medición del impacto de la publicación, difusión, transparencia editorial e indización internacional.

© 2025 María Guadalupe Ruacho Soto.

© 2025 Red de Investigadores Educativos Chihuahua, A.C.

Calle Efrén Ornelas #1406 Col. Obrera, C.P. 31350 Chihuahua, Chih., México.

Tel. 614 4151998 editorial@rediech.org www.rediech.org

El contenido de cada uno de los apartados de este libro es responsabilidad exclusiva de su(s) autora(s). Se autoriza el uso del contenido de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se cite la fuente y se respeten los derechos patrimoniales de los autores y titulares de los derechos de autor de la misma.

Atribución-NoComercial4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



ISBN:978-607-98139-9-4



Didáctica **de la** **QUÍMICA**

Una estrategia de investigación en el aula

María Guadalupe Ruacho Soto

CONTENIDO

Resumen	11
Introducción	13

Capítulo 1	17
El aprendizaje de las ciencias: Investigación en el aula	17
Los pilares temáticos	19
Modelo para el Desarrollo y Evaluación por Competencias Académicas	20
La teoría de las situaciones didácticas	22
Pedagogía de la integración	24
Transposición didáctica	26
Teoría del aprendizaje significativo	30
Teorías de la educación de Novak y Gowin	33
Aprendizaje basado en problemas	34
Promoción del pensamiento crítico	36
Aprendizaje colaborativo (AC)	37
Innovación digital en educación	39
Evaluación auténtica	40

Capítulo 2	43
Rutas y estrategias metodológicas	43
Investigación-acción (IA)	43
Investigación con estudio de casos	45
Procedimiento Metodológico	47
Ciclo 1. Proceso de formación del docente-investigador	48
Programa de formación del docente-investigador	48
Lo conceptual en el desarrollo de competencias docentes	48
Ciclo 2. Construcción y validación de los proyectos formativos	50
Construcción y valoración de las secuencias didácticas	50
Construcción de las secuencias didácticas. Primera versión	51
Dispositivo de formación	52
Dispositivo de evaluación	53
Construcción del proyecto formativo. Segunda versión	54
Revisión y valoración grupal de las secuencias y su refinamiento. Tercera versión	56
Intervención áulica piloto, valoración y cuarta versión	57
Intervención piloto y valoración del proyecto formativo	57
Refinamiento de las secuencias didácticas. Cuarta versión	58
Valoración y validación de las secuencias didácticas. Versión final	60
Ciclo 3. Intervención áulica. Consideraciones previas a la intervención	61
El contexto de la intervención	61
El programa de actividades para la aplicación de las secuencias	62



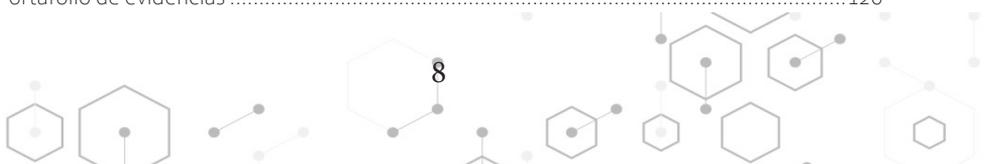
La recolección de datos	62
Ciclo 4. Valoración de la intervención en el aula. Planeación de dicha valoración.....	62
Perspectiva teórica.....	62
Variables de intervención	63
Unidades de análisis.....	63
Categorías de análisis	63
Plan del análisis de la práctica y de la valoración de la experiencia.....	65

Capítulo 3 69

Las secuencias en el aula. La praxis desde el plan	69
Recogida de datos y registro del proceso de intervención en el aula	73
Videograbación durante la intervención	73
Bitácora escrita para las observaciones.....	74
La observación reflexiva del desarrollo de la intervención.....	74
La evaluación a partir rúbricas	74
Análisis documental	74
Diseño de docencia	74
Componente de innovación digital en las secuencias.....	77
Ensayo adicional más allá de la innovación digital	79
Innovación digital en la evaluación y análisis de datos	80
Las secuencias didácticas, su desempeño desde la perspectiva del plan.....	81
Intenciones formativas	83
B1. Dispositivo de formación: las situaciones-problema.....	84
Análisis del diseño de la situación-problema 2 —Carbohidratos.....	85
Intervención y valoración de la situación-problema 4 —Carbohidratos—	86
Análisis del diseño de la situación problema 8 —Agua—	86
Valoración de la intervención de la situación-problema 8 —Agua—	89
Análisis del diseño de la situación problema 10 —Buffers y electrolitos—	93
Intervención de la situación-problema 10 —Buffers y electrolitos— y su valoración	94
Valoración de la intervención, la situación-problema 11 —Acción hormonal—	95
B2. Dispositivo de formación: Desempeño de actividades de aprendizaje	97
B3. Dispositivo de formación: Evidencias de desempeño.....	100

Capítulo 4 105

Plan, práctica y experiencia en perspectiva	105
Evaluación de las actividades de aprendizaje	109
Evaluación de la metodología de aprendizaje	112
Situaciones-problema	115
Actividades solicitadas	118
La autoevaluación y la coevaluación de los conocimientos adquiridos	118
La autoevaluación.....	119
Coevaluación	123
La coevaluación de pares cercanos	123
Coevaluación grupal.....	124
Portafolio de evidencias	126





Componente de innovación digital.....	128
Nivel de desempeño de las competencias estudiantiles.....	130
Equivalencia numérica de las competencias estudiantiles alcanzadas	131
Capítulo 5.....	135
El valor de la estrategia y su modelo	135
Evaluación de la metodología del M-DECA.....	135
El M-DECA ayuda al aprendizaje de la Química	137
El enfoque contextual de M-DECA	139
El M-DECA conduce a la reflexión.....	141
Lo más importante que aprendí con M-DECA.....	141
Lo que más me gustó.....	142
Lo que no me gustó de M-DECA.....	143
Lo más difícil del M-DECA.....	144
Otros resultados relevantes del M-DECA	144
Pensamiento crítico	144
Las relaciones interactivas y sociales en el aula	148
Patrones de desempeño.....	150
El informe final.....	151
Diseño de la docencia	151
Formación del docente investigador.....	153
Epílogo.....	155
Referencias	159



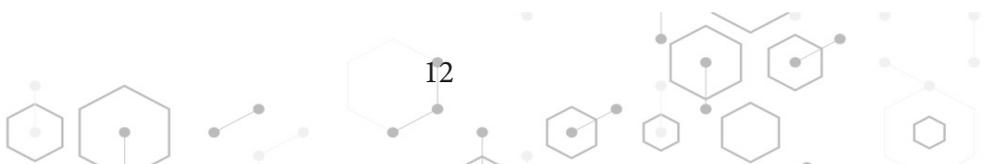
Resumen

Este libro presenta la experiencia vivida en un proceso de investigación educativa y sus resultados. La investigación inició con la elaboración de una propuesta formativa cuyo propósito general fue diseñar y aplicar una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química en educación superior, y su respectiva intervención en el aula. Estrategia y proyecto de investigación se sustentaron en el Modelo para el Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas (M-DECA). La intervención áulica se basó en el diseño y puesta en práctica de secuencias didácticas que emplean una tipología de actividades agrupadas en dos dispositivos: uno de formación, sustentado en la pedagogía de la integración y la teoría de las situaciones-problema; y un dispositivo de evaluación auténtica. Se exponen los resultados al aplicar el Modelo DECA en la didáctica de la química para universitarios con el propósito de mejorar sus logros académicos. La ruta metodológica del trabajo se realizó en cuatro ciclos de investigación-acción-formación: primero, el proceso de formación docente; segundo, elaboración y validación del proyecto formativo; tercero, intervención en el aula; y cuarto, valoración de dicha intervención. Esta se efectuó en la Facultad de Enfermería y Nutriología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Veintiún alumnos de la licenciatura en Nutrición participaron en el estudio; 10 hombres y 11 mujeres, de entre 18 y 20 años. Este grupo se integró conforme a los programas normales de inscripción de la facultad. Metodológicamente, la investigación se ubica en dos tradiciones metodológicas: la investigación-acción y la investigación con estudio de casos. También se emplearon recursos y técnicas cuantitativas al clasificar los resultados.

La intervención en el aula fue la principal fuente de información; esta se recopiló mediante observación directa, diario de campo, bitácora de clase y videograbaciones... Se arriba a conclusiones sobre el enfoque por competencias cuando este se emplea reflexivamente. Algunas principales son estas: los estudiantes pueden desarrollar competencias, independientemente de su historia educativa, sus escasos conocimientos previos o su falta de hábitos de estudio; segunda: el M-DECA promueve reflexión, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, indispensables para el autoapren-

dizaje, la autorregulación y la autonomía de la persona; tercera, es necesario disponer de instancias para la formación docente, pues estos espacios formativos son los que aúpan una docencia innovadora, actual y capaz de enfrentar la incertidumbre sin arredrarse.

Palabras clave: Didáctica de la química, situación-problema, Modelo DECA.



Introducción

Con el propósito de brindar un mayor entendimiento de los contenidos expuestos en este libro, su discurso se ha organizado buscando establecer un orden lógico de las secciones que lo integran, de modo que se ha incluido esta introducción, cinco capítulos y el epílogo.

La Introducción expone los propósitos de este trabajo de investigación, el trayecto que indagación y propuesta didáctica han recorrido y el trazo del texto escrito generado.

El proyecto se planteó con el objetivo general de ofrecer una propuesta de mejora a la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, en particular de la Química, elevando la formación de los estudiantes, futuros profesionales de la nutriología; asimismo, impulsar una práctica docente innovadora y capaz de encarar las condiciones sociales y culturales del siglo actual. Desde tales propósitos, el proyecto de intervención didáctica se concibe y se desarrolla en una doble pista: como tema o problema a tratar y, a la vez, como instrumento de indagación, fuente principal de información y eje teórico-práctico del análisis. Así, el trabajo se desarrolló teniendo en perspectiva propulsar el aprendizaje de la química en el nivel universitario y, al mismo tiempo, plantear una propuesta didáctica de dicha asignatura teniendo como cimiento teorico-pedagógico el Modelo para el Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas (M-DECA) vigente en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

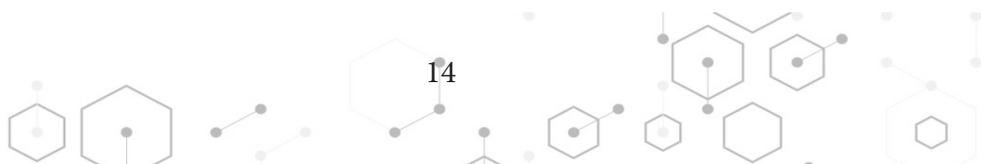
El capítulo uno conforma una presentación de los antecedentes y una aproximación a los pilares temáticos de este estudio, considerando los contenidos conceptuales básicos, que lo configuran, además, una revisión del estado investigativo del tema. El capítulo dos aborda el método de estudio, cuyo punto de partida es el citado Modelo DECA, cimiento para la preparación didáctica. De ahí que se describa cómo se realizan las acciones en las distintas etapas del proyecto para obtener los resultados, así mismo, se expone la primera etapa de la investigación, el proceso de formación del docente, que contiene la construcción y validación del proyecto formativo a aplicar y los resultados del programa de formación en lo relativo al diseño de las secuencias didácticas y el diseño de docencia.

Los capítulos tercero, cuarto y quinto presentan los resultados y su análisis a profundidad; constituyen los hallazgos más relevantes y su interpretación epistemológica y metodológica desde la perspectiva del M-DECA, de tal forma que se considera un trabajo de investigación colaborativo, estudio de un caso y una investigación-acción durante una intervención áulica.

En el capítulo tres se examina la experiencia y se evalúa la intervención áulica mediante análisis a profundidad de los resultados, la valoración de aspectos pertinentes durante la intervención; se exponen los resultados y su ubicación espaciotemporal desde el enfoque metodológico; cómo se operaron las unidades de análisis y su desenvolvimiento de lo general hasta lo particular. En tal trayecto, se destacan experiencias relevantes, para mostrar cómo se desarrolló el proceso en sus secuencias representativas: el punto de partida, la distancia entre lo planeado y lo realizado, la resistencia al cambio, el conflicto cognitivo, la progresión, hasta la madurez al cierre de la intervención, ya que se recuperan vivencias que dan cuenta del valor alcanzado desde el plano micro —el grupo clase, las relaciones sociales, la interactividad— considerando la univocidad, pertinencia y aprendizaje. En función de todo lo anterior, se empleó la Matriz de Análisis de Práctica Educativa (MAPE) y la teoría fundamentada, que relacionan la perspectiva teórica y los conceptos emergentes de las interpretaciones, según las pautas establecidas (Marín et al., 2015).

El cuarto capítulo se refiere al enfoque cuantitativo —estadístico, descriptivo y comparativo— retoma los fundamentos de la evaluación auténtica y explica el entorno de investigación, los participantes y el proceso, para lo cual parte de las autoevaluaciones y coevaluaciones realizadas en cada secuencia a través de las rúbricas tomando como base sus criterios de evaluación y los niveles de desarrollo.

Las evaluaciones del M-DECA y del proceso de formación se exponen en el capítulo cinco, de forma que permiten observar su carácter holístico y multidisciplinar, durante el análisis y discusión de los resultados de la investigación. En plenaria final, las evidencias personales de los estudiantes dan luz sobre sus percepciones en los tres aspectos básicos: la metodología, los resultados obtenidos y su utilidad. Cabe mencionar que en la exposición de los capítulos 3, 4 y 5 se han utilizado cuadros, tablas y figuras para ofrecer





cifras, resultados, etc. En aras de mantener la unidad discursiva y que dichos recursos gráficos no rompieran el formato de página ni se fragmentaran, a algunos se les ha asignado un código QR para asegurar su adecuada recepción y legibilidad en pantalla. Los interesados en revisar esos elementos, podrán abrir los QR mediante algún dispositivo como teléfono inteligente, tableta o computadora.

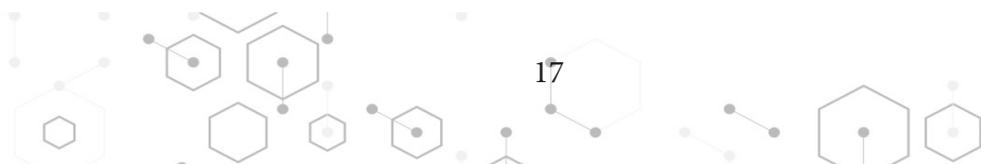
Respecto al epílogo, recoge las conclusiones, de conformidad con los resultados obtenidos y los que se esperaban. Además, plantea las limitaciones y sugerencias dimanadas de este estudio investigativo.



El aprendizaje de las ciencias: Investigación en el aula

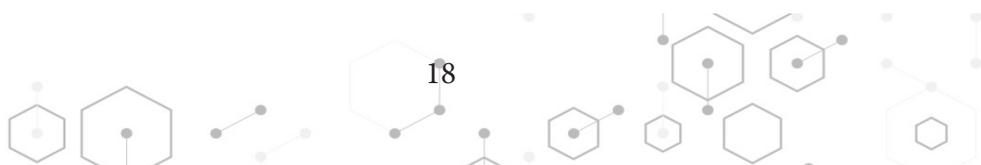
El aprendizaje de materias relacionadas con las ciencias, como la Química, representa un reto para muchos estudiantes de carreras profesionales en Ciencias de la salud, pues su comprensión y aprendizaje conlleva el razonamiento de conceptos teóricos, el desarrollo del pensamiento crítico y la abstracción, habilidades que muchos estudiantes no han alcanzado a desarrollar del todo en los inicios de la carrera universitaria. Esta problemática no es exclusiva de un espacio o edad de los discentes, pues se observa también en los niveles de educación media y media superior (Castillo et al., 2013; Fathi-Azar et al., 2013; Garritz, 2010; Menagues y Gómez, 2012; Orgill y Cooper, 2015). Generalmente, a los profesores de dichas asignaturas les es transferida la responsabilidad de una baja percepción social de las ciencias o de la química, en el caso que aquí nos ocupa, y se señala, en cierta medida, que su actuar antepone el aspecto pragmático de la ciencia, dejando de lado su papel de profesores ante un grupo de estudiantes en formación, por lo que no se logran enaltecer sus alcances y trascendencia (Edwards et al., 2016; Herradón, 2012).

En el campo de la salud, la química es una asignatura básica, por lo que es primordial dominarla e integrarla a la práctica de conocimientos científicos, a fin de obtener las competencias necesarias para el desempeño profesional. Esta integración es una de las principales metas de la educación en ciencias, por ello su enseñanza deberá ser relevante y producirse en un contexto práctico, de cierto modo diferente a la práctica de la enseñanza común, en tanto que tiene como sustento nociones y supuestos teóricos desarrollados por los científicos y que no se han convertido en objetos de enseñanza, lo que induce a la memorización y no al interés en su comprensión (Hernández-Rojas, 2006; Lazo, 2012; Martínez-Vaz, 2014; Moraga et al., 2019; Ordaz y Britt, 2018; Ortega, 2011; Uzuntiryaki y Boz, 2007).



Múltiples y diversas propuestas educativas se han venido desarrollando desde el último tercio del siglo pasado; sin embargo, no han generado los cambios esperados, ya que las posiciones convencionales del campo pedagógico o del eclecticismo hoy imperante permanecen articuladas a los programas de las asignaturas y a las competencias de los estudiantes. Respecto al papel del profesor, la educación basada en competencias ha planteado que, en un proceso de aprendizaje, el docente deberá ser un mediador capaz de ayudar a los estudiantes a superar las situaciones-problema que enfrentan y encaminarlos hacia su formación integral, superando fenómenos complejos que recurrentemente los encapsulan en realidades desfiguradas que han interiorizado de muchas formas (Blanchard y Muzás, 2016; Escribano, 2017). Dichas realidades entrañan complicaciones, prejuicios, falsas ideas, obstáculos que entorpecen el aprendizaje de la ciencia, en este caso de la química, y provocan entre los estudiantes aversión, miedo y apatía frente a lo que se les presenta como desconocido y difícil de aprender, que además de ser incomprensible, figura como una visión alejada de su vida cotidiana o con niveles de abstracción que parecen estar fuera de su alcance, cuando en realidad son fenómenos que forman parte de su existencia (Matlin et al., 2016; Reibstein, 2017).

La toma de conciencia de los estudiantes sobre la utilidad de lo que se aprende cuando es integrado con el día a día, les brindará la capacidad de analizar la información de manera reflexiva y crítica, lo que es necesario para ser competentes en su profesión; sin perder de vista que competencia es la capacidad o aptitud de una persona para movilizar sus recursos cognitivos y responder de forma pertinente a una situación-problema (Alvarado, 2012; Cuenca, 2011; Pinilla, 2019; Roegiers, 2016 y Turcio y Palacios, 2015). Por lo anterior, es comprensible la necesidad de construir estrategias didácticas que mejoren el aprovechamiento de los alumnos en el nivel universitario, en el área de la salud. La estrategia que aquí se presenta se ha enfocado en los procesos de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de las capacidades estudiantiles y la toma de decisiones; además, sienta las bases de los saberes que permiten comprender los mecanismos teóricos aplicables, en este caso relacionados con la bioquímica de la vida humana y su entorno (Alvarado, 2012; Cuenca, 2011; Ortega, 2015).





En ese sentido, el propósito de este libro es mostrar los resultados de una investigación educativa en la que se construyó y aplicó una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química en la educación superior, y su respectiva intervención en el aula. El estudio se sustenta en el Modelo para el Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas –M-DECA en lo sucesivo– (Guzmán et al., 2014), en tanto que la estructura y operación de dicho modelo se adaptan al horizonte epistemológico desde el cual se perfila el problema estudiado, así como a las necesidades y los resultados previstos. El desarrollo del trabajo se basa en el diseño y puesta en práctica de secuencias didácticas que emplean una tipología de actividades agrupadas en dos dispositivos: uno de formación, cuyo sustento es la pedagogía de la integración (Roegiers, 2010) y la teoría de las situaciones didácticas (Brousseau, 2007); y otro de evaluación, basado en la evaluación auténtica (Brown, 2015; Cárdenas, y Pastrana, 2016; Monereo, 2009; Moria y Zaim, 2017).

Por otro lado, el tema de investigación aporta conocimiento relevante en tanto que conjunta los enfoques de los dos principales actores de la educación: alumnos y profesores. Sus procesos de formación son simultáneos: el desarrollo de las competencias estudiantiles y el proceso de formación docente, en una mirada amplia y abarcadora que percibe al maestro como constructor del proceso didáctico, ejecutor de la intervención áulica e investigador que recopila los hallazgos de ese proceso, los analiza y comunica su análisis reflexivo. Esta praxis docente, nutrida en la metodología del M-DECA, ya ha realizado diversas investigaciones en diferentes disciplinas, como en la formación de tutores, el desarrollo de competencias en la Enfermería empresarial, la enseñanza en Odontología, en Administración financiera y en Didáctica de la música para niños, por mencionar sólo algunos proyectos (Guzmán, et al., 2016; Macías et al., 2017; Zesati, 2014).

Los pilares temáticos

La enseñanza-aprendizaje busca en la actualidad “proporcionar al estudiante los conocimientos y las destrezas necesarias para tener una vida mejor” (UNESCO, 2010, p. 6; como se citó en Lara, 2013). Destacan los postulados

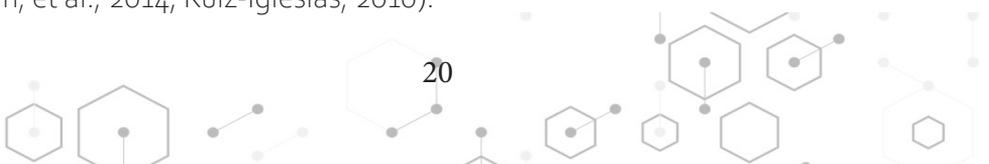


de Piaget, Ausubel y Vygotsky, enfocados en que el estudiante aprenda a aprender activamente en su entorno social: sus pares y profesores. Se asume que no todas las personas aprenden de la misma manera ni al mismo ritmo, lo que hace necesario el apoyo del docente como mediador entre estudiantes y materiales de estudio (Díaz Barriga y Hernández, 2010; Zabala, 2000). Desde tales supuestos, a continuación, se reseña sucintamente los conceptos e ideas que fundamentan este estudio.

Modelo para el Desarrollo y Evaluación por Competencias Académicas

El M-DECA plantea que las experiencias vividas en un proceso de enseñanza-aprendizaje deben ser reales, sustentables y con sentido, para obtener el bagaje de competencias académicas básicas, profesionales y específicas, y que dichas competencias sean significativas para los estudiantes. De tal forma, se promueve el desarrollo de las competencias académicas y su evaluación mediante momentos reflexivos y de acompañamiento del estudiante, así como el despliegue de estrategias que fomenten el pensamiento crítico, la integración de saberes y la capacidad de análisis, a través de procesos metacognitivos como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el análisis de casos para la solución de situaciones-problema en contextos profesionales, según lo planteado por Parga y Piñeros (2018).

Desde la propuesta del M-DECA, una competencia es la capacidad del sujeto para movilizar conocimientos, experiencias, información, actitudes, todos los recursos cognitivos que ha interiorizado, a fin de dar solución convenientemente a una situación-problema. El M-DECA establece, además, coherencia entre sus elementos conceptuales y la praxis educativa; esto es, todos los conceptos del modelo se trasladan al trabajo educativo y su evaluación, por lo que hay una alineación constructiva que expresa y articula los componentes del modelo: formación-intervención-evaluación-investigación. Esta coherencia entre teorización y práctica se percibe a través de las tareas complejas, según los criterios definidos en las secuencias, las cuales también son coherentes con los componentes conceptuales (Guzmán, et al., 2014; Ruiz-Iglesias, 2010).





En adición, define el quehacer educativo y la búsqueda de una respuesta satisfactoria a necesidades de aprendizaje. Su postura epistemológica se fundamenta en la teoría de las situaciones didácticas de Guy Brousseau, la pedagogía de la integración de Roegiers, los principios de la evaluación auténtica y la investigación-acción; mediante el despliegue de una situación problemática real se favorece la formación de constructos personales y se posibilita acceder a un nivel de conocimiento mayor, en tanto que se propicia la reflexión y la interiorización de saberes (Elliot, 1996; Guzmán et al., 2014).

Del M-DECA también se toma el andamio cognitivo, es decir, el esquema de construcción de las secuencias, desde la fase inicial hasta la final, con sus cuatro componentes:

- 1) El componente conceptual, que es la revisión teórica del conocimiento por el docente, es decir, sus intenciones formativas;
- 2) El proceso de formación docente, que estriba en la construcción del proyecto formativo; este, una vez terminado, conforma la guía docente y después la guía de los estudiantes. El proyecto formativo contiene las secuencias, que serán complejas, en contextos reales, motivantes y adaptadas para su aplicación en clase;
- 3) El componente de la evaluación, constituido por momentos de intensa reflexión e introspección que implican crecimiento profesional. Para el profesor, estos momentos ocurren al aplicar las secuencias; para los estudiantes, al entregar sus trabajos en clase, realizar sus tareas y efectuar una evaluación auténtica de cada secuencia;
- 4) El componente de investigación, que es una fase de visualización y regeneración de todo el proceso anterior. Implica evaluar la intervención áulica en tres momentos:

A) Cosituacional o de formación: El enfoque del estudio, aprendizajes y nivel de construcción, a partir de seis criterios: capacidad de síntesis, uso de patrones coherentes, análisis de las situaciones problema desde distintos enfo-



- ques, desarrollo de la comprensión de lo importante para la vida y el nivel que evidencia las competencias logradas;
- B) Cooperacional o de intervención: el profesor asume dos roles, investigador y docente; realiza la intervención e investiga la experiencia, evalúa los niveles de competencia y su utilidad, con base en las demostraciones, entrevistas, discusiones en grupo y encuestas, es decir, los enfoques del método, y
 - C) Coproducción o de valoración: Acciones de refinamiento de los productos; la evaluación general de la intervención; la valoración del modelo y la evaluación auténtica de las acciones formativas. Se efectúa en tres planos: a) Micro, hallazgos al interior de la intervención, evidencias de desempeño y univocidad, b) Meso, aborda la valoración de acciones formativas, estrategia de intervención y observaciones generales y c) Macro, concepciones originales de la investigación, su enfoque y sus objetivos, esto es, los propósitos más relevantes.

La teoría de las situaciones didácticas

Esta propuesta de enseñanza plantea que los alumnos aprenden adaptándose a su entorno, el cual puede presentar dificultades y contradicciones; haciendo uso de su capacidad para aprender, el estudiante las resolverá, en función de tres premisas: 1) necesidad de conocimientos adicionales, 2) la no intervención del profesor para obtenerlos y 3) el conocimiento de su desempeño (Brousseau, 2015; García y Posso, 2017; Panizza, 2003).

El concepto de *situación* resulta clave en este planteo pedagógico, en tanto que se concibe como los posibles escenarios donde se ejerce la competencia (Guzmán et al, 2014, p. 149). El M-DECA define la situación-problema como un conjunto contextualizado de informaciones que deberán articularse con vistas a realizar unas determinadas tareas y solucionar, de manera precisa el problema. Ahora bien, se debe puntualizar que, aunque la situación-problema es concebida por el docente y forma parte de una ense-



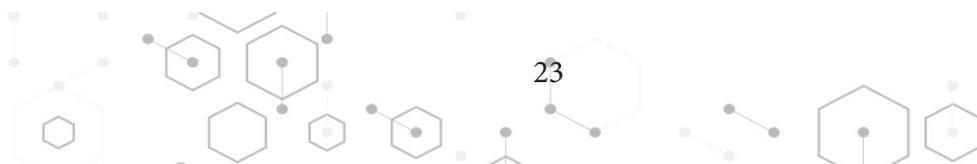


ñanza planificada, no equivale a una situación didáctica ni pertenece al tipo de tareas elementales que se encargan al alumno. La situación-problema tiene un carácter complejo que exige una movilización cognitiva, afectiva, gestual, social, es decir, el despliegue de diversos conocimientos y experiencias del estudiante; suele estar abierta, en interacción con el entorno y sus incertidumbres e implica una producción (respuesta) concreta e identificable, y tal producción (la resolución de un problema dado) proviene de las acciones del alumno, no del docente. Se trata, entonces, justamente de una concreta situación-problema a la que el estudiante se enfrenta, solo o con otros, pero sin estar bajo la conducción del docente, incluso puede situarse fuera del contexto escolar (Guzmán et al., 2014, p. 151).

La situación-problema se desarrolla como si no existiera una intencionalidad pedagógica. Al respecto, cabe puntualizar: "El alumno sabe muy bien que el problema fue escogido para hacerle adquirir un nuevo conocimiento, pero debe saber también que este conocimiento está enteramente justificado por la lógica interna de la situación y que él puede construirla sin la ayuda de razones didácticas. No solamente puede, sino que debe hacerlo, pues sólo habrá adquirido verdaderamente este conocimiento cuando sea capaz de utilizarlo él mismo en situaciones que encontrará fuera de todo contexto de enseñanza y en ausencia de toda indicación de intencionalidad. Una situación como esta es llamada "a-didáctica" (Brousseau, 1986; como se citó en Guzmán et al., 2014, p. 151).

En el M-DECA, las situaciones a-didácticas son concebidas por el profesor para motivar el estudio de conocimientos nuevos y ejercer las competencias, individualmente o entre pares. La situación-problema está contenida en una guía o secuencia didáctica, esto es, un conjunto de actividades ordenadas y articuladas conforme a ciertos objetivos; secuencias que permiten ampliar la comprensión al reforzar la atención, la memoria y las representaciones mentales (Campos y Campos, 2018; Merino et al., 2015; Zabala, 2000, p.16).

No basta enseñar contenidos disciplinares descontextualizados, como el área del trapecio, la suma de fracciones o los modos verbales (Jonnaert et al., 2008), es necesario delinear situaciones en las que esos contenidos se utilicen, pues es en "situación" donde se construye, modifica o refuta el conocimiento y se desarrollan competencias. Es en un ambiente social,



en uno o varios contextos, donde se aborda el conocimiento científico desde perspectivas socioconstructivistas que permiten aprender e ir construyendo autonomía mientras se aprende; asimismo, el problema planteado y la realidad social se someten a un análisis minucioso con las herramientas de la sociocrítica (Caamaño, 2011; Grijalba et al., 2020; Sarzosa y Pérez, 2017).

El M-DECA plantea que las situaciones-problema diseñadas parten de un proceso pedagógico que privilegia el análisis, la modificación y construcción de conocimientos propios en un contexto acotado, a la luz de la enseñanza del profesor, logrando aprendizajes significativos, los cuales se construyen y expresan en los productos y en el saber cultural que se analiza posteriormente (Guzmán et al., 2014; Tobón et al., 2010). Mediante diversas estrategias, como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la producción de situaciones complejas para el aprendizaje; con propuestas metodológicas de carácter activo, situado y auténtico, que impulsan el diálogo y la reflexión, la perspectiva teórico pedagógica del M-DECA ha contribuido en el desarrollo de disciplinas como la inteligencia matemática, el aprendizaje de idiomas, la enseñanza-aprendizaje de la química en distintos contextos y niveles de enseñanza, la formación docente en la educación superior, entre muchas otras.

Pedagogía de la integración

La teorización en torno al término *competencia* no sólo complejizó la noción, enriqueciéndola, a un tiempo que la sustraía de la dimensión meramente laboral en que había sido utilizada por el productivismo; también possibilitó construir sólidamente las piezas argumentativas de diversas teorías pedagógicas, partiendo de una acendrada noción de competencia. En una aparente paradoja, la abundancia y diversidad de conceptualizaciones del término competencia permitió aislar aquellos elementos que permanecían a través de las distintas definiciones y clasificaciones.

Así, si una competencia es la capacidad para movilizar un conjunto de recursos cognitivos y hacer frente a situaciones-problema, se tiene que capacidad, movimiento, recursos cognitivos y situación-problema son los elementos caracterizadores, definitorios, de toda competencia. Será a par-





tir de estos cuatro elementos constitutivos, articulados con la teoría de la complejidad y a su luz, como se construirá un nuevo paradigma educativo.

De dichos elementos, el de situación-problema fue el que condujo a la perspectiva de una enseñanza situada y a la pedagogía de la integración. Para Roegiers (2007, p. 1), la palabra «situación» evoca un conjunto contextualizado de informaciones que un estudiante o un grupo de alumnos deberá articular a fin de resolver una tarea determinada. Si dicha situación presenta un obstáculo, un desafío, cuya solución permitirá nuevos aprendizajes, podemos hablar de «situación-problema» (Roegiers, 2007, p. 1; como se citó en Guzmán et al., 2014, p. 132). De tal manera, la situación-problema es la base y el criterio de competencia. Se está en situación cuando la persona desarrolla la competencia. La situación-problema propicia y permite el desarrollo de la competencia, y no sólo eso, además objetiva su adquisición, y al objetivarla, permite evaluarla.

La pedagogía de la integración postula que el aprendiente debe ser capaz de transferir sus aprendizajes del contexto escolar al contexto cotidiano; es decir, pasar de la teoría a la práctica. En este proceso integrador, escuela y realidad cotidiana se interproducen; el estudiante interactúa con ambas dimensiones y aprende de una y otra. El docente traza las situaciones-problema precisamente para explorar y producir una solución a través de la integración de todos los conocimientos (previos, investigados, experienciales) de sus estudiantes, en el entendido de que los saberes deben vincularse con la vida mediante el dominio de varios tipos de competencias (Roegiers, 2010).

Desde esta perspectiva, los aprendizajes se construyen etapa por etapa, progresivamente, y en ese interactuar de los estudiantes con su entorno, integrando los conocimientos escolares con los saberes de la realidad cotidiana, aprenden a hacer frente a las diversas situaciones problemáticas de la vida real. Tal integración se produce sólo si el alumno dispone de diferentes recursos: conocimientos (saberes), habilidades (saber-hacer) y voluntad (saber-ser). Hay integración siempre y cuando el estudiante vuelve a usar sus aprendizajes en una nueva situación-problema más compleja y si está dispuesto a implicarse personalmente en la resolución del problema y encontrar por sí mismo los recursos que debe movilizar para esa resolución. De ahí que en el proceso de integrar los saberes escolares con los del día a



día, y hacerlo con la adecuada movilización de sus propios recursos, el estudiante se convierta en una persona competente, es decir, en alguien capaz de hacer frente a los problemas de la vida diaria (Roegiers, 2006; como se citó en Guzmán et al 2014, p. 152).

Por lo que en educación superior, competencia es un conjunto de dominios que se expresan en conocimientos, habilidades y actitudes mediante los cuales se reconoce a un profesionista como capaz para desempeñarse con autonomía y compromiso social, para lograr una mejor calidad de vida. En este contexto, explica Roegiers (2010) que su dominio implica demostrarlas más de una vez, dependiendo del tipo de competencia de que se trate; es decir, si es una competencia básica o clave, se demuestra dos o tres veces; si es una de perfeccionamiento o de forma, se muestra de tres a cuatro veces (Guzmán et al., 2016; Roegiers, 2010).

Transposición didáctica

“Toda práctica de enseñanza de un objeto presupone, en efecto, la transformación previa de ese objeto en objeto de enseñanza” (Verret, 1975; como se citó en Gómez-Mendoza, 2005, p. 84). Dicha transformación es inevitable y establece una delimitante entre producción del saber y transmisión del saber. Con estas consideraciones, Verret inauguraba el discurso de la transposición didáctica, que sería ampliado y robustecido por Chevallard

Desde el planteamiento de Chevallard (1998), lo primero a reconocerse científicamente es el sistema didáctico. Partiendo de un incisivo análisis, muestra el carácter complejamente social de dicho sistema, el cual existe más allá de interpretaciones, ideologías y voluntarismo de los actores y puede asentar su postulado: “el sistema didáctico no es el efecto de nuestra voluntad”. Así, reconocer el sistema didáctico como un “objeto cognoscible” (complejo, ciertamente, pero concreto) permite explicarlo a la luz del análisis científico y situarlo como problema y entidad epistemológica.

Aduce Chevallard: “Ese objeto [sistema didáctico] no es enteramente del orden de la naturaleza. Es lo que yo denominaría un objeto tecnocultural cuya formación se inscribe en la historia” y funciona con tres componentes: docentes, alumnos y saber. Esto es, hay una relación terna-





ria. Sin embargo, parcializada la investigación al atender exclusivamente la interacción dual docente-estudiante, se ha "oscurecido" el estudio de los hechos didácticos más importantes (1998, p. 15).

Al enfocarse en el conocimiento (o saber), Chevallard analiza el proceso de transformación que el saber original, erudito (*saber sabio*) experimenta al ser adaptado por los enseñantes para su transmisión en la escuela, y todo lo que esa adaptación implica. Una vez rescatadas del olvido teórico y planteadas las adaptaciones a que se ven sometidos, el saber y la reflexión sobre su génesis permiten a Chevallard preguntarse qué es, entonces, "aquello que, en el sistema didáctico, se coloca bajo el estandarte del Saber". Dar respuestas a tal interrogante lo lleva a reformular la teoría de la transposición didáctica.

"Para que la enseñanza de un elemento del saber sea posible, deberá haber sufrido ciertas deformaciones, que lo harán apto para ser enseñado" (Chevallard, 1998, p. 16); será diferente del saber original, del producido por los científicos, los creadores y los inventores. Hay, por tanto, una brecha entre ese saber erudito original y el saber enseñado en la escuela. Este fenómeno surge cuando la sociedad exige a la institución escolar enseñar la parte útil y necesaria de los saberes originales. Esta exigencia conlleva su transformación para que se sean enseñables, a través de un proceso adaptativo que lo convierte en saber enseñado. En términos nucleares, ese proceso adaptativo, esa transición de lo sabio a lo enseñado, es la transposición didáctica, aunque los alcances de esta van mucho más allá y ha dejado planteados cuestionamientos que aún no han alcanzado respuestas.

Por su parte, Gómez-Mendoza (2005) da seguimiento a la perspectiva de Chevallard y admite la inviabilidad de enseñar un objeto de saber si no se ha transformarlo en un objeto de enseñanza. Revisa los principales conceptos desarrollados por Chevallard y refiere algunos de sus principales efectos o derivaciones explicativas. Uno de estos es la brecha trazada entre la producción de saber sabio o erudito y la transmisión escolar de este, con la consecuente diferenciación entre científico-inventor-creador y docente-transmisor.

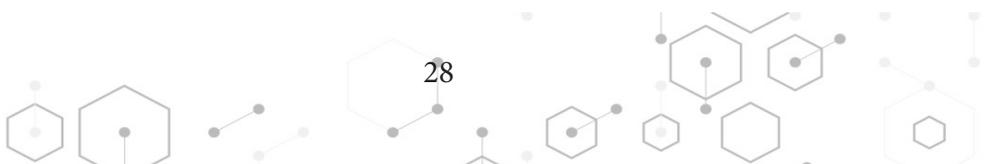
Algunas otras lecturas del discurso de la transposición didáctica asumen que cada vez que se prepara una nueva clase o se planea un nuevo curso para un determinado grupo, surge necesariamente un nuevo siste-



ma didáctico único y particular de ese grupo en el tiempo y el espacio; la transposición didáctica y su contrato didáctico serán específicos. Además, con el paso del tiempo, el saber enseñado se hace obsoleto, debido a los adelantos científicos, descubrimientos o evolución de las metodologías de enseñanza, por lo que se hace necesario recurrir al saber sabio y renovar el saber enseñado.

Con respecto a la enseñanza de la química, la teoría de la transposición didáctica tiene una aplicación directa y fácilmente observable; el docente conoce la necesidad de transformar los saberes sabios y presentarlos organizados según determinadas estrategias y en un lenguaje que los haga accesibles a los estudiantes. Para Ordaz y Britt (2018), esta enseñanza atraviesa una crisis, en buena medida originada en una transposición didáctica general, instituida en el sistema educativo, la cual tiende a separar, a encasillar en bloques independientes y sin conexión los principales aspectos estudiados por la ciencia química, que requiere establecer la relación entre los conceptos y la parte empírica, a fin de favorecer las interconexiones del pensamiento, partiendo de lo simbólico, luego lo macroscópico, para llegar a lo submicroscópico, que requiere mayor grado de abstracción y, con ello, establecer relaciones significativas entre los fenómenos químicos y su tratamiento escolar o cotidiano.

Retomando a Talanquer (2009), explica las cuatro interrogantes que la química buscaría responder: 1) ¿Qué es esto? Pregunta que llevaría a analizar el desarrollo de técnicas analíticas e instrumentos para separar, detectar, identificar y cuantificar sustancias presentes en un sistema y dar claves sobre la composición atómica y geometría molecular. 2) ¿Cómo lo hago? Interrogante que lleva a sintetizar nuevas sustancias que presenten propiedades definidas: fármacos, materiales poliméricos y óptico-electrónicos, etc., que tienen y tendrán un gran impacto en nuestras vidas. 3) ¿Cómo lo cambio? Pregunta que conduce a transformar los procesos físicos y químicos de la materia en diferentes escalas espaciales y temporales. 4) ¿Cómo lo explico? Pregunta que conduce a crear modelos submicroscópicos sobre la estructura de la materia y sus transformaciones, con la consecuente capacidad de la ciencia química para predecir y explicar las propiedades y procesos de transformación de sustancias conocidas y nuevas.

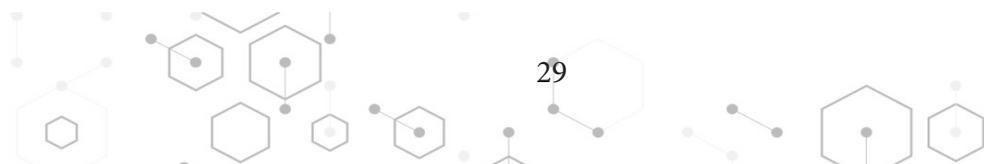




La mayor parte de los contenidos curriculares de los distintos cursos de química instituidos en el sistema escolar derivan de estos cuatro aspectos; no obstante, esos contenidos separan lo que originalmente está articulado y es inseparable; son contenidos encasillados en bloques independientes que, si bien están organizados consecutivamente para ir en un sentido de progresión, operan de tal modo que separan los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, tanto de los múltiples contextos en que se producen los procesos químicos como de las situaciones reales y cotidianas de los alumnos. De ahí que se desaprovechen oportunidades para lograr una comprensión cabal y significativa de la ciencia química.

Según lo advierten Ordaz y Britt (2018), a esa transposición didáctica institucional se agrega una práctica docente basada —ya por una tradición que se volvió inercia, ya por una actitud acrítica y conformista pero confortable— en la exposición magistral y la recepción pasiva (y también acrítica) del alumnado. Estos factores estorban el avance de la enseñanza y el aprendizaje de la química.

Por otra parte, cuestionando el discurso de la transposición didáctica, en especial los planteamientos de Chevallard, Razquin (2018) expone algunas sugerentes proposiciones sobre la relación producción//transmisión del conocimiento, es decir, la hasta hoy necesaria diferenciación entre el saber sabio original y el saber enseñado. Ubicada en el ámbito de las ciencias sociales, específicamente en la ciencia política, Razquin pone en tela de juicio la dinámica de transferencia de conocimiento en la era posmoderna, caracterizada por la gran diversidad de grupos sociales capaces de producir saberes y transmitirlos de varias formas, en distintos soportes y desde una horizontalidad que diluye las fronteras entre expertos y aprendices. Estos conocimientos no emergen en contextos de educación formal ni obedecen a esa transmisión burocratizada del conocimiento referida por Verret (1975) y Chevallard (1998). Tampoco son producidos necesariamente por la comunidad científica. Constituyen saberes que emergen de la actividad política y cuya difusión y transmisión instauro una dialéctica social amplia, diversificada, con mucho de espontánea, no teorizante ni basada en prestigios intelectuales: estos saberes surgen de “procesos colectivos cotidianos, sustentados por personas anónimas, en espacios no promocionados ni mitificados y que, sin embargo, componen el sostén principal en la generación y



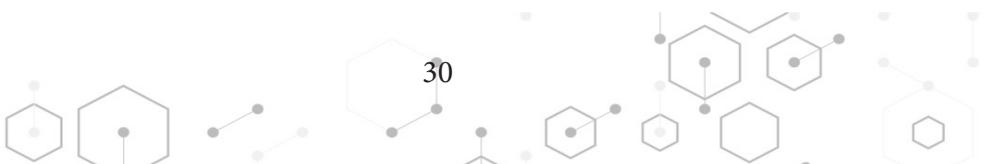
propagación de saberes y competencias para la acción política y militante” (Razquin, 2018, p. 4).

Aunque el trabajo de Razquin se sitúa en el ámbito de las ciencias sociales y ella es muy consciente del papel que efectivamente siguen jugando las teorizaciones políticas provenientes del mundo académico, sus proposiciones permiten vislumbrar las formas inéditas y novedosas que puede tener la transferencia de conocimientos bajo el haz de la tecnología comunicacional e imbuidas por la razón crítico-democrática, en un viraje que pondría en un mismo alcance, sin mediadores, el conocimiento y las prácticas sabias. Razquin expresa: “Lo que me interesa es resituar la dinámica que se establece entre la acción y la reflexividad más o menos experta (académica, intelectual) [...] en los procesos por los que el saber aprendido y el saber enseñado se dan entre colectividades en una relación horizontal, sin mediación del saber sabio” (Razquin, 2018, p. 6).

Ya sea que se asuma convencidamente la necesidad de transposición didáctica, se cuestione o se matice su asunción, los planteamientos en torno de esta y su discusión ponen de relieve por lo menos tres exigencias: disponer de un principio que garantice o presuponga un ejercicio de la docencia con pensamiento crítico; sostener una actitud crítica y autocrítica por parte del docente/investigador en todo el proceso de transposición y mantener la vigilancia epistemológica. Exigencias que adquieren mayor relevancia en la enseñanza de la química, que exige transformar los saberes sabios mediante estrategias y lenguajes accesibles y así mejorar la posibilidad de aprendizajes reales y el desarrollo de competencias.

Teoría del aprendizaje significativo

De la propuesta pedagógica de Ausubel es posible rescatar aún valiosas aportaciones. Congruente con su visión del aprendizaje que se construye en el aula escolar, Ausubel et al., (2006) se encargan de afinar los conceptos clave del discurso pedagógico y depurar su significado, convirtiéndolos así en finas piezas nocionales con las que van construyendo las proposiciones esenciales de su teoría.





En primer lugar, se puntualiza que el proceso receptivo mediante el cual se captan los materiales puestos en juego en el aula escolar no significa una actitud pasiva; esa recepción de los materiales didácticos no implica ni equivale a pasividad. Desde estas consideraciones, el aprendizaje receptivo se entiende como situaciones en las que el contenido de la tarea de aprendizaje (aquello que debe ser aprendido) es presentado al estudiante, en vez de ser descubierto independientemente (Ausubel, 2006). Aquello que se le presenta, el aprendiente lo capta a partir de lo que ya sabe, de sus propios saberes (ya sean muchos o pocos, simples o complejos) y desde tal punto de partida los comprende, los dota de significado y los incorpora a su esquema cognoscitivo: "el aprendizaje significativo receptivo es mucho más que simplemente almacenar informaciones en la estructura cognitiva existente. La emergencia de significados, en la medida que nuevos conceptos e ideas son incorporados a la estructura cognitiva, está lejos de ser un fenómeno pasivo" (Ausubel et al., 2006).

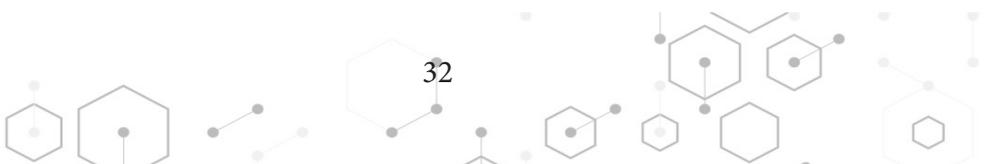
Así, los términos pasividad, recepción, presentación, en la teoría de Ausubel et al., depuran su significación; varias ideas laten en la anterior explicación: primero, que el aprendizaje no es una actividad heurística. El aprendiente no requiere descubrir, sino asignar o dotar de significados a los mensajes o materiales educativos que recibe en una situación de enseñanza–aprendizaje (presencial, remota, etc.); segundo, lo que se denomina *presentación* no es necesariamente la clase convencional donde sólo el docente expone. Es, más bien, la intervención pedagógica que transmite (de diversas formas) el saber reconfigurado por el docente; y tercero, en este proceso pesa tanto la eficacia significativa de los materiales de aprendizaje como la intencionalidad del aprendiente, su voluntad de aprender. Hay una mutua correspondencia entre la predisposición del estudiante (su intención de aprender) y la eficacia significativa de los materiales educativos.

El aprendizaje significativo, entonces, se produce en la medida en que materiales potencialmente significativos llegan a la estructura cognitiva, interaccionan con esta y son subsumidos apropiadamente por un sistema conceptual superior y más abarcador (Ausubel et al., 2006). La relación entre los conocimientos previos del discente y los conocimientos nuevos que se le presentan generará un mayor aprendizaje si se tienen en cuenta dos criterios:

- Que la nueva información sea relevante y de interés, de modo que alimente la disposición del estudiante; que tenga sentido lógico y relacionable, para favorecer los procesos mentales y la retención, pues si el estudiante no la comprende, no se establecerán las conexiones que conducen al conocimiento y que en el futuro pueden ser ancla de otros conocimientos más complejos o profundos. Siempre se deberá vigilar no producir sólo un aprendizaje mecánico (memorístico) y olvidable.
- Las técnicas educacionales deberán ser coherentes y desarrollarse mediante herramientas metacognitivas de probada eficacia, apropiadas para conocimientos científicos: discurso oral, escrito, lectura, clase o explicación. Los planteamientos deberán ir de lo general a lo específico e involucrar a los estudiantes; partiendo de una propuesta holística, se suscitará la participación del grupo y que todos se sientan parte de la solución al problema (Castillo, 2013; Díaz Barriga y Hernández, 2010; Moreira, 2012; Pozo y Gómez, 2006; Schön, 1992, citado por Guzmán et al, 2014 y Woolfolk, 2006).

Los procesos de formación y evaluación por competencias se basan en los postulados del aprendizaje significativo de Ausubel y la asimilación cognoscitiva (Tobón, 2010). En el contexto de la teoría ausubeliana, el término *significado* refiere una acción interiorizada y no sólo una representación mental. Este sentido específico, acotado por la teoría, posee resonancias en el significado de los elementos de una competencia: conceptos, valores, habilidades, destrezas y hábitos que se construyen en las aulas escolares.

En el caso de la química, una ciencia natural fácilmente combinable con las ciencias cognitivas y cuyo entendimiento se facilita con la observación y experimentación, es posible emplear diversas estrategias didácticas, como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el análisis de casos, el aprendizaje basado en equipo, el uso de analogías, la utilización de preguntas guiadas, lecturas, uso de herramientas en el laboratorio, caracterización del trabajo a realizar, combinación de estrategias en un mismo tema, uso de herramientas metacognitivas basadas en la taxonomía de Bloom, en-





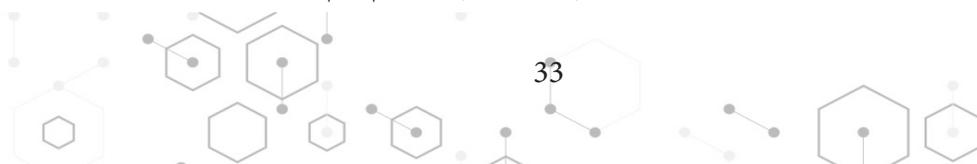
tre una diversidad de recursos que facilitan el conocimiento en cualquier estilo de aprendizaje (Cook y Kennedy, 2013; Evans et al., 2016; Galloway y Bretz, 2015a, y 2015b; Karpicke, 2012; Keskitalo, 2014; Somyürek, 2014; Szteinberg, 2014).

Teorías de la educación de Novak y Gowin

También en el horizonte constructivista, Novak (2005) postuló la necesidad de evaluar los logros adquiridos y considerar que el aprendizaje significativo surge o tiene como cimiento la integración de ideas, afectos y acciones de las personas; integración que debe valorarse y crear ambientes que entusiasmen a los estudiantes. Para Novak, el logro del aprendizaje significativo hace crecer y mejorar a los aprendientes, los anima a seguir aprendiendo nuevos conocimientos, hay una progresión en sus personas; en contrapartida, cuando el aprendizaje se reduce a ser memorístico, mecánico, se da en los estudiantes una actitud de rechazo a la materia de enseñanza y no hay una predisposición a aprender. El entusiasmo generado por el aprendizaje significativo posibilita que la evaluación se viva como una oportunidad de demostrar las competencias desarrolladas y el mejoramiento obtenido; de este modo, los estudiantes estarán atentos y evitarán la distracción o el aburrimiento, situación columbrada al inicio de este estudio y que fue posible cambiar ante la necesidad de estudio continuado y evaluaciones en cada secuencia.

La aportación más importante de Novak quizá sea la de haber conferido a los estados anímicos o emocionales de los estudiantes el estatuto de elemento recursivo en el proceso de construir aprendizaje significativo; es decir, hacer ver que si hay entusiasmo en quien aprende, se produce aprendizaje significativo, y si se produce aprendizaje significativo, se produce entusiasmo.

Las analogías y anclas son otros elementos útiles en la enseñanza-aprendizaje de la química (Novak y Gowin, 1988) en tanto que pueden ser usadas como herramientas de integración al relacionar aprendizajes, conceptos y vivencias. Al crear analogías suficientemente significativas, surgirán conocimientos que podrán, a su vez, ser también anclas. Para Gowin, el



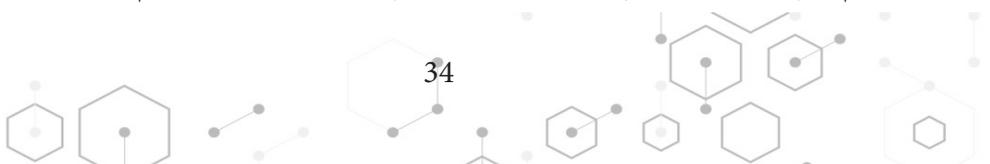
aprendizaje se logra al captar ideas principales en la interrelación estudiante, maestro y materiales educativos, el análisis de información y comprensión científica (Moreira, 2009).

Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (ABP), como metodología didáctica de aprendizaje activo y autodirigido, tiene el mérito de organizar a los grupos de alumnos para efectuar un intenso trabajo en la resolución de un problema planteado. Sólo al inicio del proceso de enseñanza-aprendizaje el docente deberá establecer las pautas, explicaciones pertinentes y las situaciones-problema. Luego de ese entrenamiento metodológico inicial, son los estudiantes quienes realizan la mayor parte del trabajo. En ciencias de la salud es fundamental lograr una educación profunda y significativa. La estrategia del ABP, que tiene en las situaciones-problema una eficaz herramienta, contribuye de manera especial en esa educación significativa.

El M-DECA señala que dichas situaciones-problema deberán ser complejas, significativas, abiertas y orientadas hacia los objetivos de aprendizaje. El problema seleccionado y su solución estarán situados en un contexto profesional real, que privilegie la adquisición de conocimientos, al permitir que los estudiantes interactúen con el entorno y apliquen sus conocimientos en situaciones auténticas, es decir, que transiten del contexto escolar al contexto real, integrando la teoría y la práctica. De tal forma, se impulsa el pensamiento crítico, las capacidades cognitivas básicas y el razonamiento; el estudiante participa de forma activa, responsable, comprometida y colaboradora, pues vincula la reflexión en una situación motivante, consciente y sistemática (Díaz Barriga, 2006; Díaz Barriga y Hernández, 2010).

Según Woolfolk (2006), los problemas pueden ser auténticos o no, pero sí deben ser motivantes y conformar una situación desafiante o conflictiva, desde la cual se identifique y delimite el problema, se establezcan objetivos y el estudiante aplique sus conocimientos previos y llegue a tomar una decisión. En el aprendizaje de las ciencias, las situaciones-problema deben ser de preferencia abiertas, no estructuradas; interesantes, capaces





de estimular el pensamiento y el deseo de indagar; situaciones que presenten distintas perspectivas y variables, de manera que la toma de decisiones se base en el análisis de los vínculos y efectos de los problemas sociales. Con respecto a su evaluación, deberá efectuarse en varios niveles (individual y grupal) y valorar las interpretaciones personales sustentadas sobre el problema tratado. El papel del docente se desplegará en acciones organizadoras del grupo, así como en capacitar en el arranque del trabajo grupal, orientar, supervisar el quehacer, mantenerse a distancia, convocar a pensar y someter a prueba el pensamiento, fomentar el interés para mantener el movimiento (ITESM, 1999).

El ABP se ha utilizado de muchas formas y en función de necesidades distintas; los estudiantes desarrollan su propio método de aprendizaje, siendo evidente su evolución, aprendizajes profundos, habilidad de razonamiento, actitudes y valores, relaciones interpersonales, sentido de colaboración y mantenimiento de objetivos, diversas formas de aprender y habilidades del pensamiento, velocidad de aprender, a partir de distintas variables cognitivas, pudiendo identificar en una situación varios problemas con sus posibles soluciones y de tal modo mostrar su nivel de conocimientos (Strimel, 2014).

El ABP se ha aplicado en diversos contextos (Pinilla, 2019). En ciencias de la salud, a través de la lectura previa o la producción digital de videos (Hakkarainen, 2009 y 2011). En ingeniería virtual, con estudiantes de diversas culturas y nacionalidades, al desarrollar el razonamiento, la colaboración y la creatividad, aunque no conversación y cooperación; sin embargo, en cursos presenciales sí fue posible (Keskitalo et al., 2011; Takahashi y Saito, 2013). También cuando el profesor generó preguntas retadoras y motivantes (Pérez y Chamizo, 2011). En aprendizajes de química, el ABP proporcionó a los disidentes seguridad, hábitos de lectura razonada, análisis del discurso, alcance de más altos niveles cognitivos y de razonamiento, apertura hacia fuentes de información, propuestas de soluciones creativas, involucramiento, mayor ejercicio en investigación y desarrollo de propuestas experimentales, mejora en su discurso oral y escrito, como ha sido manifestado en muchos estudios que se han realizado (Erhart et al., 2016; Mataka y Grunert, 2015; Overton et al., 2013; Peragón et al., 2010; Shultz y Li, 2016; Shultz y Gere, 2015; Weinrich y Talanquer, 2016;).



Promoción del pensamiento crítico

El pensamiento crítico es clave para el desarrollo del aprendizaje significativo en todos los campos del saber e incluso en todos los ámbitos de la vida. En el entorno académico y profesional, el pensamiento crítico impulsa y nutre la verdadera formación; en la vida social, posibilita diálogo, las diversas interpretaciones y una participación razonada. Se ha considerado una competencia cognitiva, pero también una emergencia cultural.

Para Paul y Elder (2003), el pensamiento crítico es una apropiación o un dominio, "de las estructuras inherentes del acto de pensar" y las somete a determinados "estándares intelectuales" (2003, pp. 4-5), son de carácter universal, y consideran los siguientes: claridad, exactitud, precisión, relevancia, profundidad, amplitud, lógica, importancia y justicia. Quienes han desarrollado un pensamiento crítico, plantean problemas y preguntas vitales, con claridad y precisión. Acumulan y evalúan información relevante y usan ideas abstractas para interpretar esa información efectivamente. Arriban a conclusiones y soluciones, probándolas con criterios y estándares relevantes. Piensan con una mente abierta dentro de los sistemas alternos de pensamiento. Reconocen y evalúan, según sea necesario, los supuestos, implicaciones y consecuencias prácticas. Comunican efectivamente sus soluciones a problemas complejos. Tales habilidades permiten caracterizar el pensamiento crítico como autodirigido, autodisciplinado, autorregulado y autocorregido. Implica que quienes han adquirido la habilidad de pensar críticamente, también son capaces de someterse a rigurosos estándares de excelencia y dominio consciente de su uso, así como comprometerse en superar el egocentrismo y sociocentrismo propios del ser humano (Paul y Elder, 2003, p. 4).

La sucinta explicación anterior permite reconocer la importancia del pensamiento crítico en la enseñanza de ciencias de la salud. Aunado a las habilidades analítica y sintética, se convertirá en un instrumento estratégico en el desempeño profesional, puesto que posibilitará a los futuros profesionistas a analizar profunda y ampliamente las situaciones problemáticas a que se enfrenten, reflexionar sobre las implicaciones, propósitos y distintos puntos de vista que se susciten, valorar todos los elementos en juego y tomar decisiones con base en ese análisis y su reflexión, y no basados





sólo en intereses particulares o juicios preconcebidos. De tal manera que se produzca una progresión tanto de los individuos formados en el pensamiento crítico, como en las instituciones en las que laborarán.

Chevallard (2004) refiere algunas de las capacidades a desarrollar con el pensamiento crítico: definir preguntas clave, analizar problemas, ubicar el problema y sus objetivos, identificar pautas y similitudes, buscar los datos relevantes, experimentar, trasladar habilidades de un contexto a otro y aplicar los saberes de la asignatura a situaciones— problema planteadas.

Según diversos estudios recientes, disciplinas como la escritura heurística y actividades como la lectura compartida y el trabajo en equipo, logran con el ejercicio del pensamiento crítico desarrollar habilidades meta-cognitivas y transversales, como la visión global y reflexiva, autorregulada, argumentativa e interpretativa, el pensamiento complejo, el análisis crítico y el enfoque lógico, pragmático y analítico, todos estos necesarios en la comprensión del discurso científico. De ahí la importancia de desarrollar el pensamiento crítico, ejerciendo una pedagogía de integración capaz de posicionarlo en el desenvolvimiento profesional, en educación superior (Balderrama y Padilla, 2019; Olivares y Heredia, 2012; Stephenson y Sadler-McKnight (2016); Wongo et al., 2015).

Aprendizaje colaborativo (AC)

Método, enfoque, estrategia, sea como sea que se perciba el trabajo colaborativo, tiene el mérito de establecer una dinámica entre los participantes que permite obtener respuestas y construir opciones para solucionar problemas. Lo importante es asumir una dinámica en la que los participantes estén dispuestos a construir juntos, un acto que demanda conjugar esfuerzos, talentos y competencias, mediante una serie de transacciones que les permitan lograr las metas establecidas consensuadamente. Más que una técnica, el trabajo colaborativo es considerado una filosofía de interacción y una visión personal del trabajo, que implica el manejo de aspectos como la valoración de las contribuciones individuales de los miembros del grupo. El respeto hacia los otros es la base del trabajo colaborativo; si no existe esa base de respeto y la conformidad para trabajar en una interdependencia

positiva, no pueden realizarse las acciones colaborativas. En el contexto escolar, lo que emerge del trabajo colaborativo es, precisamente, el aprendizaje colaborativo.

Guitert y Giménez (2000) conceptualizan el trabajo colaborativo como un proceso en el cual cada individuo aprende más de lo que podría aprender por sí solo. Es posible el trabajo colaborativo cuando existe una reciprocidad entre un conjunto de individuos que son capaces de diferenciar y contrastar sus puntos de vista de tal manera que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento. Según Panitz y Panitz (2014), lo medular del trabajo colaborativo es la construcción de consenso y la capacidad de compartir la autoridad y asumirse corresponsables de las acciones del grupo. Para Lucero (2003), el trabajo colaborativo reúne un conjunto de métodos de instrucción y entrenamiento apoyados con estrategias tendientes a promover el desarrollo de habilidades mixtas (socioaprendizajes y desarrollo personal y social), de modo tal que cada integrante del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como del aprendizaje de los demás miembros del grupo.

Por lo demás, el trabajo y el aprendizaje colaborativos no sólo impulsan la participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que la enriquecen con las aportaciones de todos los miembros del grupo. Bajo la guía del docente, este método de carácter transversal favorece otras variables, como el aprendizaje diverso de las individualidades, la comunicación efectiva entre sujetos de enseñanza muy distintos e incluso opuestos, el autocontrol de cada aprendiz y la regulación de los comportamientos disruptivos en el aula; les trasfiere a los estudiantes el poder para organizar la interacción del grupo, elegir a sus compañeros (ya sea que se trabaje en pares, tríadas o equipos más amplios), ejercer habilidades sociales al trabajar en equipo y realizar meta análisis. La rápida mención de las ventajas del trabajo colaborativo, permite inferir la necesidad de crear más espacios de aprendizaje de este tipo (Abdi-Rizak, 2016, Azorín, 2018; Barba-Guzmán, 2018; Yong et al., 2018). Proyectos educativos recientes, como la creación de comunidades de aprendizaje virtuales, la mejora en el rendimiento escolar a través del meta análisis en el aprendizaje de la química, el nivel de razonamiento en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's), han reconocido el trabajo colaborativo como un gran aliado (Abdi.Rizak, 2016; Aznar et al., 2018; Rodríguez et al., 2018).



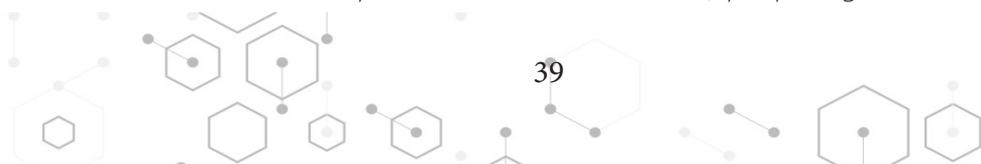
El aprendizaje colaborativo constituye un pilar del M-DECA, pues los conocimientos, habilidades y competencias se adquieren de forma cooperativa; en comunidad se intercambian conocimientos, experiencias y posturas o simplemente se enriquecen aprendizajes, conforme a una guía, de la experiencia social y académica, donde la información fluye libremente y el aprendizaje de los saberes emerge de la interacción entre compañeros.

Innovación digital en educación

En la actualidad, es necesario integrar la educación digital en los aprendizajes universitarios, pues la sociedad se encuentra inmersa en el acceso al conocimiento global, interconectada a redes mundiales por las que el intercambio de información digital se realiza continua e instantáneamente. El aprendizaje en todo momento, al mismo tiempo e involucrando a un sinnúmero de usuarios, es ya posible debido a la disponibilidad y accesibilidad a la teleformación (M-learning y E-learning), los laboratorios virtuales, e-portafolios, plataformas como Moodle o Blackboard o el uso de las TIC's por profesores, al combinarlas con la investigación-acción, al favorecer los espacios emergentes, ya que son amigables, de fácil acceso y económicos; estas modalidades gozan de la aceptación de los usuarios y son muy útiles en la química universitaria (Balladares-Burgos, 2018; De la Madrid et al., 2016; Martín-Fernández et al., 2016; Pascual et al., 2015, como se menciona en Cano, 2015; Simkova, et al., 2012).

La integración de portafolios (e-portafolios), repositorio útil para evidencias y evaluación auténtica (Díaz-Barriga et al., 2012) permite la sistematización, recuperación y seguimiento del aprendizaje, privilegia momentos de reflexión sobre la identidad profesional, personal y académica. El M-DECA incluye la integración de un portafolio de evidencias y evaluación, en este caso, de forma electrónica, permitiendo mejores aprendizajes.

Desde el enfoque docente, Perrenoud (2004) destaca dos aspectos de las TIC's: el deber de los profesores de integrarse en el universo de sus estudiantes y la necesidad de actualización permanente de la escuela. Las ventajas de las TIC's son evidentes: ágil comunicación, organización de las actividades a realizar y de la toma de decisiones, ya que significa formar



opinión, sentido crítico, pensamiento hipotético y deductivo. Perrenoud enfatiza la necesidad de mejorar las competencias docentes y estudiantiles, tanto en el manejo de las TIC's como en la interpretación de la información que de estas borbotan, así como la adopción de una actitud crítica frente a dichas tecnologías, es decir, una cautela necesaria en esta época totalmente digital.

Evaluación auténtica

Hemos referido que el M-DECA atiende la debida congruencia entre sus componentes conceptuales y la praxis docente, de modo tal que el desarrollo de competencias se produzca en situaciones problematizadas que los discentes resuelvan en la medida que movilicen e integren sus recursos cognoscitivos, experienciales, afectivos, etc. Es decir, que los desempeños se produzcan en situaciones de integración. Acorde con esta visión, el M-DECA se decantó por la evaluación auténtica, debido a que se corresponde con la teoría de las situaciones preconizada por el modelo.

El adjetivo de *auténtica* se debe a que entiende la evaluación de competencias como una evaluación contextualizada (Guzmán et al., 2014, p. 204), hecha en una situación real y enfocada en los desempeños de los estudiantes en una situación de integración. Aquí vale puntualizar un principio general de evaluación del M-DECA. La evaluación de competencias es muy diferente a la evaluación convencional del test. Una y otra parten de concepciones pedagógicas muy distintas. La evaluación de competencias valora el nivel de logro de la competencia a través de evidencias de desempeños. El docente tiene en la observación y el razonamiento crítico sus instrumentos iniciales para evaluar. Él observa, compara e infiere el logro alcanzado. Otro rasgo crucial: a diferencia de la prueba convencional, la evaluación de competencias no es un episodio especial ni ajeno al proceso de enseñanza-aprendizaje ni cerrado a lo real; no es un reto metafísico que el estudiante deba sortear necesariamente solo ante una página silenciosa y vacía. La evaluación de competencias configura un momento más dentro de un mismo proceso de desarrollo competencial. Es un ejercicio más que se despliega en ese proceso y puede ocurrir cotidianamente. Asentados es-



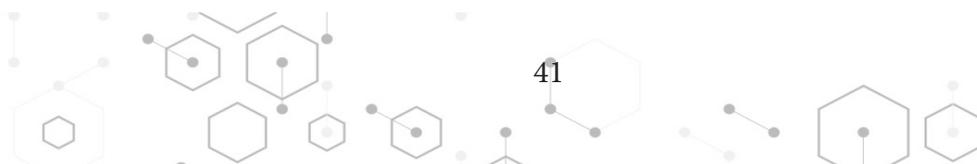
tos puntos de partida, la evaluación inicia con tres acciones: 1) analizar los conceptos de evaluación auténtica; 2) emplear los instrumentos y estrategias de evaluación de competencias docentes y 3) incorporar instrumentos y criterios de evaluación auténtica a las secuencias didácticas. La consecución de estas tres fases implica elegir instrumentos y tareas acordes con la complejidad de la competencia; las actividades y tareas complejas que se asignen exigirán del estudiante respuestas y soluciones (productos de desempeño) igualmente complejos.

La forma de demostrar que una competencia se ha adquirido es la coherencia entre un concepto, su desarrollo y su valoración en contexto, teniendo presente la ejecución de tareas y su producción compleja, en tanto que las actividades de aprendizaje implican diversas formas de desarrollo y distintos grados de dominio conceptual. Además, cada competencia será mostrada y exhibida suficientemente para comprobar su dominio (Roe-giers, 2010).

La evaluación incluye la devolución, que permite los niveles de desempeño, la capacidad para enfrentar las situaciones problematizadas y la práctica reflexiva. La disposición para participar que implica actitudes, cooperación, compromiso y percepciones; además, el desarrollo de habilidades transversales y las formas de aprender que contienen la construcción, los significados y su uso en contexto.

Por otro lado, Zabala (2000) y Tobón (2017) señalan que la evaluación formadora será integral, de carácter complejo y capaz de considerar la diversidad de las capacidades; una dinámica en la cual los objetos de evaluación dejan de ser sólo resultados centrados en la enseñanza-aprendizaje, ubicados en un solo momento, para convertirse en un proceso individual que se efectúa día a día y en sus cuatro formas: inicial, reguladora, final e integradora o sumativa. En esta última, las rúbricas conforman un instrumento integrador, pues privilegian momentos introspectivos profundos sobre el aprendizaje logrado y sus evidencias, apoyadas en sus criterios de evaluación: nivel de reflexión y logro de aprendizajes, análisis de las evidencias, incluyendo el portafolio, autoevaluación de los aprendizajes y coevaluación, y disposición a la crítica constructiva (Guzmán et al., 2014).

Apoyando lo anterior, las rúbricas, favorecen también la mejora en la actuación y en las prácticas educativas, estandarizan procesos de



evaluación y la articulación de elementos teóricos y metodológicos, ya que dan claridad al estudiante sobre los aprendizajes que se esperan, son guía donde ellos mismos observan su progreso y se realimentan y conforman una parte clave para cerrar el círculo en la evaluación, enfatizando procesos metacognitivos como la autorregulación y evaluación centrada en el aprendizaje, además de considerar los criterios de autenticidad, relevancia, persistencia, indagación, construcción y demostración; que se concretan a través los niveles de dominio: inicial, básico, autónomo y estratégico (Cano, 2015; Canabal y Margalef, 2017; Hernández et al. 2016; Moroga, 2019).



Rutas y estrategias metodológicas

Metodológicamente, este trabajo retoma las pautas de la “investigación colaborativa” y se sitúa en dos tradiciones metodológicas pertenecientes al enfoque cualitativo:

- a) la investigación-acción (IA), que estudia fenómenos educativos durante el proceso de acercamiento de los actores a su realidad socioeducativa, realizando ese estudio mediante técnicas específicas de indagación e introspección, con el fin de comprender y plantear opciones de solución a los problemas tratados (Hernández et al., 2017; Kemmis y McTaggart, 1988; Martínez-Vaz, 2014); y
- b) investigación con estudio de casos, que permite analizar a profundidad la construcción de los saberes durante el proceso educativo, validándolo (Marín et al., 2015).

Pese a la especial importancia del enfoque cualitativo, este trabajo tiene un carácter mixto, ya que se incluyó un componente cuantitativo, al cual me referiré en párrafos posteriores.

Investigación-acción (IA)

El docente pone en práctica sus ideas de mejora durante el proceso de intervención pedagógica (Elliott, 2005). A partir de esta proposición, la investigación-acción formula que en la enseñanza se conjugan la propia práctica docente, la indagación educativa, el desarrollo curricular y la evaluación. Al producirse en un mismo proceso, es posible observar dichos factores y analizarlos sobre la marcha. Esta mirada observante, que se despliega junto con la dinámica de enseñanza y sus efectos inmediatos, implica asumir

una actitud abierta y receptiva, de planteamientos flexibles surgidos *in situ* y capaces de ajustarse a diversas condiciones de la enseñanza. Tal ejercicio conlleva una exploración analítica que contribuye a mejorar tanto el rendimiento del alumnado como el desempeño docente, puesto que impulsa la autorreflexión de los participantes y genera cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la evaluación.

El aprendizaje es una práctica esencial desarrollada por todo organismo vivo; que obedece a un principio complejo de todo ser viviente. En la dimensión de los individuos humanos, permite consumir el principio antropológico de dotar de sentido a la realidad. De ahí que sea posible reafirmar la noción de Elliott y enunciar el aprendizaje como “la producción activa de significado”, a través de la cual se logran y evidencian determinados potenciales humanos: capacidad de síntesis, uso de patrones coherentes, análisis de una situación desde distintos enfoques y comprensión de lo que es importante para la vida (Elliott, 1996, p. 23). Junto con las ideas del proceso de aprender y de la práctica de enseñar, propias del horizonte de la investigación-acción, el M-DECA incorpora los criterios de la evaluación auténtica propuestos por Roegiers (2010), los cuales he referido páginas antes. Esta elección teórico-metodológica sigue respondiendo a las propuestas de la investigación-acción, que plantea la evaluación como una actividad que capacita y prepara para el proceso dialéctico y activa las capacidades naturales de la mente, evidenciadas en los resultados de aprendizaje.

El M-DECA considera que el carácter dinámico y flexible, propio de la evaluación auténtica, complementa la investigación-acción, a partir del aprendizaje reflexivo, mostrado como un proceso sistemático en espiral, que se da por ciclos, los cuales se desarrollan de manera progresiva, con base en los resultados y las oportunidades que van emergiendo ciclicamente. En este trayecto cíclico y progresivo, se van adquiriendo valores éticos y compromiso de mejora, en tanto que se involucra el perfeccionamiento de la enseñanza y la evaluación (Kemmis y McTaggart, 1988). De tal modo, la investigación-acción-formación (IAF) genera comunidades de investigación, desde las cuales los docentes interaccionan, unos relatan a otros sobre su práctica docente y al participar en procesos reflexivos y creativos, los profesores-investigadores concurren como sujetos y objetos de su propio proceso formativo, favoreciendo que su interpretación del mundo escolar



se escriba, se indague, se delibere y cambie (Suárez y Metzdorff, 2018, p. 50), pues se vive un continuo descubrimiento y compromiso de transformar la realidad (Inciarte, 2011; Soto, 2015).

La investigación-acción (IA) surgió como método a raíz de que se cuestionara los procesos de formación basados en la pura racionalidad técnico-instrumental; se planteó, en cambio, incursionar en una racionalidad crítico-emancipadora cuyas perspectivas metodológicas emanaran de la postura (auto)biográfica-narrativa, la investigación (auto)etnográfica y la investigación-acción en el salón de clase (Alegre-Agís y Riccò, 2017; Blanco, 2012; Bolívar y Domingo, 2019; Elliott, 2005; Huchim y Reyes, 2013).

Con la incorporación del método de investigación-acción en la educación formal, se han desarrollado diversos y promisorios trabajos: en ciencias experimentales, cuyos contenidos no son tanto fines como medios, la IA ha favorecido los aprendizajes a partir de la realidad presente y de una postura sociocrítica constructivista; en contextos escolares caracterizados por la conflictividad o en comunidades con diferencias culturales muy marcadas, la investigación-acción ha contribuido a mejorar la praxis socioeducativa, al promover la introspección de los actores sociales, el análisis y el diálogo para solucionar los problemas colectivos y mejorar los resultados; asimismo, en los programas formativos de profesores, al desplegar instrumentos y pautas innovadoras tendentes a elevar la calidad educativa (Cross, 2019; Fernández-Batanero y Johnson, 2015; Lorenzo, 2018; Pedraza y López, 2015; Sandoval 2018). El presente estudio es una investigación-acción-formación, pues recorre trayectos metodológicos que analizan la pregunta por la naturaleza del saber enseñado, la relación sujeto-objeto, la producción de conceptos didácticos, la relación con el saber en la doble perspectiva sujeto-objeto-sujeto, la génesis del saber enseñado y sus representaciones, etc., (Zambrano, 2019, p. 80), a la vez que busca contribuir a las necesidades de enseñanza concretas.

Investigación con estudio de casos

Existen varias formas de entender y realizar los estudios de caso, aunque entre todas estas formas hay líneas definitorias comunes. En primer lugar,



se asume como un tipo de investigación o un método empírico enfocado en conocer e investigar con profundidad un fenómeno contemporáneo. Presupone, entonces, el trabajo de indagar, recoger datos; además, que tal indagación no se realiza en un laboratorio, sino que se desarrolla en el “mundo real”, es decir, en un contexto dado. En esa búsqueda de comprensión del caso (del fenómeno a estudiar), quien indaga podrá captar determinadas condiciones contextuales que se involucran en dicho caso: “(...) y asumir que tal comprensión probablemente implique importantes condiciones contextuales pertinentes a su caso” (Yin, 2018)¹.

Así, el estudio de casos se utiliza en una amplia diversidad de disciplinas y aunque se asocia con métodos cualitativos, también permite trabajar con datos cuantitativos. Sus resultados son muy valiosos, ya que se basan en la exploración sistemática y profunda de las causas de los fenómenos; dicha profundización posibilita formular hipótesis consistentes, construir teorías cada vez más maduras y tomar decisiones adecuadas. Para Marín et al., (2015) y Álvarez-Álvarez y San Fabián (2012), la perspectiva epistemológica del estudio de casos permite desarrollar investigación educativa, especialmente si se conjuga con la investigación-acción y la evaluación auténtica, de ahí que sea un importante componente del M-DECA, el cual considera el desarrollo simultáneo de los procesos: el educativo de los estudiantes y el de formación del docente. Desde tal óptica, cada actor avanzó en su propio proceso de formación, en sus respectivas etapas, en las cuales se validaron las competencias de ambos.

Esta investigación es un estudio de caso, contemporáneo, concreto e individual, desde su planteamiento, desarrollo y resultados. La intervención en el aula es un análisis a profundidad de un caso en situación real cuyas variables no fueron manipuladas, sino estudiadas en el grupo, de manera natural, en el período estudiado; la evidencia se conformó a partir de las interacciones de los actores, en sus propias palabras, orales y escritas, además de su sentir sobre los conocimientos obtenidos y la metodología de aprendizaje, así como las conductas observadas en las videograbaciones (Johnson y Christensen, 2011; Zesati, 2014).

El estudio de casos se aplica en diversos campos científicos: en estudios de percepción de los actores sociales, mediante el análisis documen-

¹ “(...) and assume that such an understanding is likely to involve important contextual conditions pertinent to your case” (Yin, 2018).



tal o recursos digitales que promueven tareas analíticas, discusión grupal y formas varias de evaluación; en proyectos de inclusión, mejora de aprendizajes, rendimiento escolar, permanencia y compromiso de los estudiantes, reafirmación de la escuela como fuente de conocimiento (Celaya et al., 2010; Fernández y Hernández, 2013; Huerta, 2017; Ryan y Reid, 2016).

Procedimiento metodológico

Este se realizó en cuatro ciclos de investigación-acción-formación (V. figura 1).

Figura 1. Ruta metodológica del estudio.



Fuente: Construcción propia.

Ciclo 1.

Proceso de formación del docente-investigador

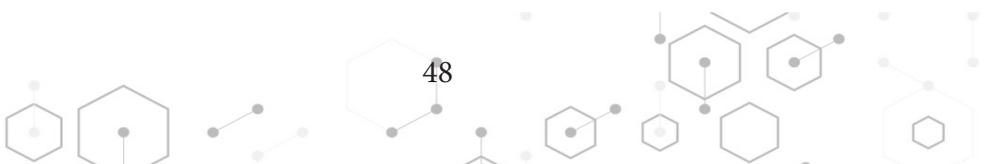
En el presente trabajo, el desarrollo de un plan o la planeación didáctica se refiere a la conformación del proyecto formativo cuya base es la metodología del M-DECA. De ahí que integra el proceso de formación de los estudiantes y del docente como investigador de su práctica. Por ello, el ciclo 1 se adentra en la fase de planeación y de cómo se llegó a los hallazgos contenidos en los capítulos de resultados.

Desarrollar un proyecto de investigación educativa en ciencias químicas y llegar a los resultados descritos implica una preparación previa y profunda del docente, la cual se realiza durante cuatro etapas: en la primera, el docente adquiere los conocimientos teórico-metodológicos y desarrolla el proyecto preliminar; en la segunda etapa, la segunda, construcción y validación del proyecto de formación. La tercera, el docente ante su grupo, al asumir su doble rol durante la intervención al aplicar las secuencias y la cuarta el análisis y valoración del proyecto de investigación.

Programa de formación del docente-investigador

En el planteamiento del M-DECA, la formación del docente y la del estudiante tienen el mismo fundamento: la movilización interna de conocimientos para dar respuesta pertinente a una situación-problema que constituye el detonante del conocimiento; y el logro de las competencias se evalúa mediante la evaluación auténtica.

En esta primera etapa, además de adquirir los conocimientos, se realiza el diseño de las secuencias. Este diseño va evolucionando y se perfecciona en la medida en que se desarrollan las secuencias didácticas, a través de cuatro versiones cada vez más perfeccionadas, hasta su validación; luego de ser validadas, se convierten, primero, en el plan de la clase o guía docente; posteriormente, en la guía del estudiante; dicha guía se pone en marcha durante la intervención áulica. Incluye también la evolución del diseño de docencia y las innovaciones digitales que impactaron en la parte investigativa del proyecto.





Lo conceptual en el desarrollo de competencias docentes

La formación conceptual se realizó mediante un Programa de Formación de Profesores; quedó registrada y acreditada bajo la modalidad de Diplomado, el cual se tituló "Intervenir e investigar en el aula: la atención de alumnos con discapacidad". Dicho diplomado se orientó hacia el tema de la inclusión y sus claves teórico-metodológicas fueron las del M-DECA, que, dado su carácter holístico, general e interdisciplinario, se aplicó en esta investigación.

Se adquirieron los conocimientos teórico-metodológicos para el desarrollo de las competencias docentes; también una guía del estudiante estructurada para ser construida mediante un andamio cognitivo generado por el M-DECA, que toma como base de construcción la estructura de las secuencias didácticas y que parten del planteamiento de la situación problema (Araya, 2014; Díaz Barriga, 2013; Guzmán et al., 2014; Pimienta 2014). Trabajar bajo este esquema permitió conocerlo a profundidad, cada apartado en contexto y de manera práctica desarrollar las competencias, al gestionar los saberes desde una perspectiva de situación de integración, a partir de la cual se realizó una reflexión profunda, primero del andamio cognitivo, después de la asignatura a trabajar, para, desde una óptica diferente, impulsar las competencias estudiantiles (Guzmán et al., 2014).

El programa de formación docente, con los fundamentos teórico metodológicos del M-DECA, se desarrolló en cinco módulos:

1. Conocimiento teórico del modelo de competencias docentes o formación teórico-práctica del docente.
2. Pedagogía de las competencias o desarrollo del proyecto formativo: secuencias didácticas, su validación.
3. Diseño de la docencia o cómo se aplicará el proyecto formativo: su organización y logística.
4. La intervención áulica del proyecto o proceso de formación de los estudiantes, las secuencias en el aula y la generación de datos investigativos.
5. La valoración final de la intervención en el aula, que incluye la integración, análisis e interpretación de los resultados de la investigación.

Estos cinco módulos se encuentran alineados y descritos con los ciclos que constituyen la ruta metodológica del estudio (V. figura 1).

A la vez, el programa de formación privilegia el desarrollo de las competencias docentes y su evaluación frente a situaciones-problema y su resolución, por lo que su adquisición será valorada al final del estudio (Marín et al., 2013/2015).

Además, como producto del diplomado referido, se construyó y validó una versión preliminar de siete secuencias didácticas, de las once que conformaron el proyecto formativo completo, con el que se intervino en el aula (ciclo 3).

Ciclo 2. Construcción y validación de los proyectos formativos

Con este ciclo se inicia el diseño de la docencia o el diseño de ambientes de aprendizaje. Este partió de la construcción y validación de las secuencias didácticas con las que se conformó el Proyecto Formativo desplegado en la intervención en el aula.

Construcción y valoración de las secuencias didácticas

Su formulación implicó varias versiones, las cuales fueron revisadas y mejoradas; al final de cada fase de construcción-valoración de las secuencias, estas se sometieron a procesos de refinamiento. De esa manera, en cada fase, la nueva versión devenía más estructurada; se partió de una construcción inicial hasta su versión final, en un trayecto progresivo, gradual, que produjo cuatro versiones.

Tal procesamiento de las construcciones-valoraciones-refinamiento-validación, se realizó teniendo en cuenta las observaciones de pares y expertos, y luego de reflexionar a profundidad las experiencias recogidas en las intervenciones áulicas, piloto y final (V. figura 2), y en seguimiento de





las pautas propuestas por Chevallard (2004) para asignar valor a una investigación.

Figura 2. Construcción y valoración de las secuencias didácticas.

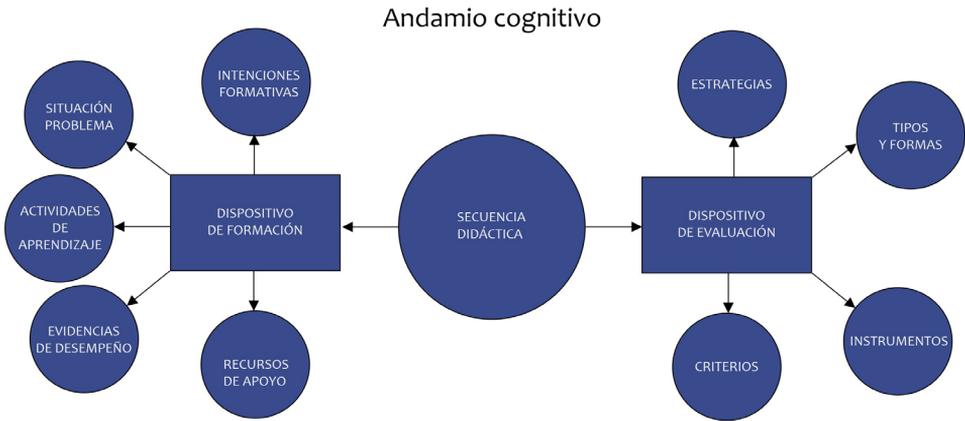


Fuente: Construcción propia.

Construcción de las secuencias didácticas. Primera versión

Durante el desarrollo del programa de formación se construyeron siete secuencias didácticas, de las que conformaron el proyecto formativo del diplomado; luego se diseñaron las cuatro restantes. Su valoración y validación se realizó en términos de la evaluación de acciones formativas de un programa de formación: 1) aprendizaje, 2) acción, 3) efecto y 4) valor. Esto constituyó la evidencia de las competencias del docente-investigador. En estas iniciales secuencias, los temas abordados fueron agua, carbohidratos, lípidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos y vitaminas, según los contenidos de la asignatura de química y conforme a la estructura del andamio cognitivo del M-DECA (V. figura 3).

Figura 3. Andamio cognitivo para la construcción de secuencias didácticas.



Fuente: Construcción propia.

Dispositivo de formación

En las Intenciones formativas contenidas en el dispositivo de formación, se plantean los objetivos o propósitos de aprendizaje de esta secuencia didáctica.

La sección de las situaciones-problema de cada tema proporciona las características de aprendizaje situado; representa colocar a los estudiantes ante una situación problematizada que permita desencadenar un aprendizaje significativo y el logro de competencias, siguiendo el aserto de que las competencias se desarrollan ubicando a los estudiantes ante una situación problemática, de modo que al buscar soluciones aprendan y desarrollen competencias; incluye las preguntas guía, que buscan incentivar al estudiante, captando su interés por llegar a una solución adecuada y así se promueva el conocimiento.

La segunda sección contiene las actividades de aprendizaje: lecturas sugeridas de materiales de consulta y/o análisis de videos sobre cada tema. Las actividades en clase: trabajo colaborativo, en tríadas y grupales; combinadas con trabajo introspectivo, apoyado con el análisis de videos didácticos y la situación-problema.



Las evidencias de desempeño plantean una tarea compleja, entregable en el portafolio de evidencias. Se intentó que fueran variadas y coadyuvaran a la retención o consolidación de los conocimientos, partiendo del análisis de los problemas.

Los recursos de apoyo incluyeron bibliografía recomendada sobre temas de bioquímica; documentos conceptuales y recursos digitales: bases de datos, archivos didácticos y videos. Se incluyeron también materiales de infraestructura en el salón de clase, mobiliario, equipo de cómputo, proyector y las instalaciones de la escuela.

Dispositivo de evaluación

Este dispositivo buscó denotar los elementos que evidenciaran la obtención de las competencias, congruencia con las situaciones-problema y los elementos del trabajo investigativo. La evaluación de competencias se planteó a través del análisis reflexivo de las demostraciones en las sesiones clase y en las tareas complejas.

Son cuatro secciones que lo configuran, con orientación hacia la evaluación auténtica, con base en rúbricas integradas por las estrategias para realizar la evaluación a/por los estudiantes, tipos y formas, así como los instrumentos y los criterios a seguir. Propuse que se incluyeran indicadores tanto cualitativos como cuantitativos al evaluar la resolución del problema y el desarrollo de las competencias (Guzmán et al., 2014; Tobón, 2005).

El componente de evaluación incluyó cuatro rúbricas; en tres de ellas los criterios de evaluación fueron con base en preguntas cerradas: evaluación de las actividades de aprendizaje, autoevaluación, coevaluación, metodología de aprendizaje y el portafolio de evidencias. Se evaluó con base en una escala de cuatro descriptores de respuesta: *Excelente*, *Satisfactorio*, *Satisfactorio con recomendaciones* y *Necesita mejora*, presentados en orden descendente y orientados a definir el desempeño de las competencias. La cuarta rúbrica: autoevaluación y coevaluación de los conocimientos adquiridos, diseñada con preguntas abiertas, permite evaluarse a sí mismo, a los pares cercanos y al grupo. Las secuencias conformadas de esta manera se evaluaron entre pares; se examinó su nivel de construcción, su enfoque y pertinencia según los fundamentos teórico-metodológicos y el desarrollo de las competencias.



Construcción del proyecto formativo. Segunda versión

La evaluación de las secuencias arrojó la necesidad de corregir el enfoque de las situaciones-problema y hacerlas tender hacia situaciones adidácticas, esto es, situaciones reales, motivantes y retadoras, pues las anteriores presentaban un esquema principalmente conceptual.

La reconstrucción de las secuencias involucró un profundo conflicto cognitivo docente, de análisis, reflexión y crecimiento. Inicié dicho proceso con la integración de los saberes pedagógicos para llevar los saberes de química al estatus de saberes para enseñarse. Asumí el enfoque constructivista de M-DECA y planteé una situación-problema en un contexto de ciencias de la salud, buscando estimular el pensamiento crítico. Además ponderé la heterogeneidad del grupo, que al estar conformado de manera real, convencional, expondría diferencias en los ritmos y modos de aprender: no todos los estudiantes aprenden de la misma manera ni a la misma velocidad, se presentan variantes en su capacidad de abstracción, expresión, liderazgo o en su bagaje de conocimientos previos; asimismo, la calidad del reto debería motivar a la mayoría del grupo, por ello tomé en cuenta la zona de desarrollo próximo, considerando el promedio de las capacidades del grupo, ya que estas serían el detonante inicial (Perrenoud, 2004; Zabala, 2000).

Estos cambios llevaron a un ajuste total de las secuencias que incluyó todas las acciones formativas:

- a) los videos a-didácticos con momentos contextualizados, puesto que los precedentes habían resultado conceptuales;
- b) las situaciones-problema a-didácticas se contextualizaron en un ámbito profesional;
- c) las actividades de aprendizaje, las tracé diversas y complejas, para que abonaran la retención o la complementación de los conocimientos, de aplicación, análisis o solución del problema; el desarrollo de las actividades varió, de acuerdo con la naturaleza del tema; algunas, para socialización en tríadas o de forma grupal; otras, de introspección individual, en busca de un significado específico, según la estructura de cada secuencia y el diseño de docencia para operarlas, el intercambio entre unas y otras. Delineando actividades para promover el desarrollo equilibrado de las



- tres capacidades clave —conceptuales, procedimentales y actitudinales— con una fuerte inclinación a impulsarlas y lograr una formación integral. Replanteé las actividades e hice algunos ajustes para favorecer la introspección y el análisis a la luz de las teorías, en tres instancias: individualmente, entre pares en las tríadas y en grupo;
- las evidencias de desempeño se adaptaron a los demás ajustes y al nuevo concepto, y cuidé su carácter complejo y pertinente;
 - en cuanto a los documentos de apoyo, busqué su pertinencia, actualidad y accesibilidad, y que fueran preferentemente digitales.

Diseñar la valoración del proceso educativo desde la visión del M-DECA, cuya propuesta es la evaluación auténtica, implicó la reflexión introspectiva profunda y la integración de saberes pedagógicos, pues al no existir exámenes, debía de existir otra forma contar con elementos de observación capaces de dar cuenta del momento en que se evidenciaran los aprendizajes, en las actividades de aprendizaje entregables y no entregables. La tabla 1 (V. tabla 1, a través del código QR), muestra a manera de ejemplo, la comparativa entre la primera versión y los ajustes en la secuencia de carbohidratos, que hacen evidente esta evolución en ambos dispositivos.



Diseño de docencia. Este apartado, fue desarrollado en esta segunda versión, teniendo como antecedente la adquisición de las competencias, su demostración y progresión. El proyecto formativo es un componente fundamental del diseño de docencia, la logística de la intervención, los momentos precisos y la manera de abordar el problema, el orden de actividades, la recogida de datos, etc. También se perfeccionó, según las observaciones y adecuaciones particulares, aspectos determinantes para el resultado.

Su dinámica, más estructurada y detallada; la perspectiva de los cambios realizados se apoyó en Zabala (2000), quien define la actividad como una unidad de enseñanza-aprendizaje en la que confluyen todas las variables: tiempo y espacio, relaciones del grupo y los materiales didácticos, etc. Por ello las secuencias, la pertinencia, el sentido de totalidad y los cambios en su estructura fueron los aspectos más relevantes, en la idea de que



cada secuencia constituyera una unidad de análisis de valor y desarrollo, orientada a lograr un amplio conocimiento de la bioquímica molecular y la capacidad de aplicarla en el ámbito de la salud, por ejemplo, en un diagnóstico de patología nutricional o en la asignación de una dieta, ya sea en estado de salud o en enfermedad.

Revisión y valoración grupal de las secuencias y su refinamiento. Tercera versión.

Como resultado de la revisión y valoración de las secuencias posterior a los cambios, estos fueron aceptados, partiendo del enfoque en la situación-problema y cómo influyó en todos sus apartados. Se hizo una observación, correspondiente a la forma de presentación de los materiales y el desarrollo de la competencia docente sobre maneras de comunicación actuales y la adopción de una posición crítica frente a los medios.

Las secuencias, originalmente desarrolladas en *Word* de *Office* procesador de textos (como se presenta en el andamio cognitivo), fueron llevadas al programa *eXeLearning.net 1.04.1* (<http://exelearning.net>), herramienta digital de código abierto para desarrollo y presentación de contenidos educativos sencillos a través de árboles de decisión, ventanas de edición y elementos multimedia, en formatos como HTML y XML, que permiten el seguimiento por los estudiantes de una manera más accesible y fácil (Monje, 2018).

Ya en su versión *eXeLearning*, las secuencias fueron valoradas y validadas de forma detallada por el grupo de expertos y conforme a los fundamentos del M-DECA y los criterios de valoración y validación de secuencias didácticas, que incluye: a) la gestión de procesos de análisis y reflexión, b) análisis crítico, c) distancia entre los saberes que se poseen y los que se ignoran, d) transposición didáctica y conducción hacia las competencias en ambientes contextuales y trabajo colaborativo, e) búsqueda de información, f) el diseño de la docencia, y g) logro de competencias docentes, incluyendo el uso de TIC's. De esta forma, quedaron las secuencias valoradas y aprobadas, para aplicarse en la intervención áulica piloto.





Intervención áulica piloto, valoración y cuarta versión

En esta etapa se planeó probar el desempeño de las secuencias y del diseño de docencia frente a grupo, para detectar necesidades de refinamiento o bien valorar el proyecto, hacia la intervención final.

Intervención piloto y valoración del proyecto formativo.

El proyecto formativo se ubicó *in situ*, a fin de identificar las oportunidades de mejora y los ajustes necesarios y de esta forma contar con todos los elementos y arribar a resultados confiables. Las observaciones tuvieron un carácter reflexivo profundo y se enfocaron en el proyecto formativo, el contexto de la intervención y el diseño de docencia.

Las secuencias se sometieron a varias pruebas o maneras de operación; fueron modificados los momentos o los actores de cada actividad, las lecturas previas, las actividades de aprendizaje, y se mejoró el trabajo colaborativo en tríadas y grupal, en mesa redonda, así como la reflexión personal. Todo ello, en función de crear alternativas para mejorar resultados. Igualmente, se aplicó a las evidencias de desempeño, ya fueran escritas, impresas o vía electrónica.

La intervención piloto se efectuó ante un grupo de estudiantes repetidores, conformado de manera natural, sin inclusiones ni exclusiones de sujetos de investigación, es decir, con la organización normal de la facultad.

Los aspectos relevantes se registraron mediante videograbación y bitácora. Las videograbaciones recogieron cómo los alumnos interactuaban con sus pares, con materiales, saberes, docente, y también cómo gradualmente lograban comprender los temas y construir aprendizajes. En la bitácora se recogieron los pormenores, tanto esta como los videos son herramientas que promueven la reflexión sobre la praxis docente (Pedraza y López, 2015). En esta experiencia se recogieron especialmente actitudes, puntos de vista, comentarios relevantes en torno a la intervención, desde la enseñanza-aprendizaje hasta la parte investigativa.

Las oportunidades de mejora, principalmente identificadas fueron en el diseño de la docencia, incluyendo roles, contrato didáctico, el cuidado de no perder vivencias en el aula, la planeación a detalle, todo ello para no caer en esquemas tradicionales y rutinarios o en la clase magistral y el acompañamiento excesivo, sino por el contrario, generar momentos de in-



certidumbre que llevaran a conflicto cognitivo y así favorecer en los estudiantes una actitud responsable y comprometida con su propio aprendizaje. Las actividades de aprendizaje y el orden también se modificaron, para captar más la atención.

Se probaron diferentes maneras de operar las secuencias, modificando los momentos o los actores en cada actividad: lecturas previas, actividades de aprendizaje previas, reflexión personal, trabajo colaborativo en tríadas, grupal, mesa redonda, etc., observando cuáles opciones proporcionaban mejores resultados.

Se evidenció la necesidad de mayor espacio digital para albergar las evidencias de desempeño entregables, ya que la cuenta de e-mail disponible sólo tenía una capacidad de almacenamiento de 2.0 gb, y parte de las evidencias fueron entregadas escritas e impresas.

En las primeras secuencias, fue evidente algún desconcierto por la nueva metodología, por lo que se avanzó más lento y se proporcionó mayor acompañamiento; al final, la curva de aprendizaje fue mayor a lo previsto. Hacia las últimas secuencias, el avance se agilizó y se observó que, en su mayoría, los estudiantes desarrollaron aprendizajes y competencias adecuadas, logrando niveles en términos de "efecto" (Steele, 1989, citado por Guzmán, et al., 2014), resultados suficientes para aprobar el curso, pues fue muy evidente el cambio, ya que se logró captar su interés y motivarlos para el estudio. Cabe mencionar que, como parte de los resultados, al final del curso se logró la recuperación académica de ocho de los nueve estudiantes cuya trayectoria en el semestre era reprobatoria; terminaron el curso exitosamente e incluso dos de ellos destacaron por sus logros de aprendizaje. Estos nueve discentes traían lagunas de aprendizaje probablemente desde la enseñanza secundaria y al lograr un significativo avance en sus competencias se mostraron satisfechos y con mayor seguridad y asertividad en sus intervenciones.

Refinamiento de las secuencias didácticas. Cuarta versión.

Los datos recolectados en la intervención piloto se sometieron a un análisis profundo y de tal manera fue posible rescatar importantes oportunidades de mejora. Ese análisis arrojó en general buenos resultados; se constató que las secuencias didácticas estaban listas, pero era necesario hacer más





robusto el programa formativo, enfatizando el diseño de docencia. Se examinó a detalle los procesos de adquisición de aprendizajes, el desarrollo de las competencias, los aspectos sociales en el salón de clase y cómo se operarían las secuencias.

También las intervenciones piloto fueron analizadas puntualmente, se reprodujo la final, y fueron determinantes para la valoración y validación, pues imperó el principio de la práctica como criterio de verdad y la perspectiva de la evaluación de programas formativos en su nivel de acción y efecto (Steele, 1989).

Las secuencias desarrolladas y probadas en la intervención piloto estaban listas, sólo se realizaron pequeños ajustes en los contenidos, considerando las características del grupo para la intervención final: no repetidores y de un semestre superior, el planteamiento de conceptos hacia mayor profundidad, en concordancia con lo planteado por Perrenoud (2004) y Zabala (2000), quienes afirman que deberá ajustarse el nivel y las posibilidades de los estudiantes para posibilitar la progresión de aprendizajes, acercándose a la zona de conocimiento próximo y motivando el análisis introspectivo; también se hicieron leves cambios de videos y actividades de aprendizaje.

El refinamiento incorporó mejoras en el dispositivo de formación, en la evaluación y en el diseño de docencia, ajustes como la operación de las secuencias y la recolección de datos, en aras de recoger la mayor cantidad de información y de calidad; además de un mejor manejo de las videograbaciones, mayor cantidad de evidencia documentada, pues los momentos en el aula son irrepetibles y muy valiosos; además de la curva de adaptación a la nueva metodología.

Para aumentar la cantidad de evidencias grabadas y dar oportunidad a la curva de aprendizaje inicial, se desarrollaron cuatro secuencias didácticas más, llegando a un total de once secuencias didácticas, que se enlistan a continuación:

1. Naturaleza química del ser humano
2. Bioquímica molecular, que incluye siete elementos: a) carbohidratos, b) lípidos, c) proteínas, d) enzimas, e) vitaminas y minerales, f) ácidos nucleicos y g) agua
3. Electrolitos y *buffers*



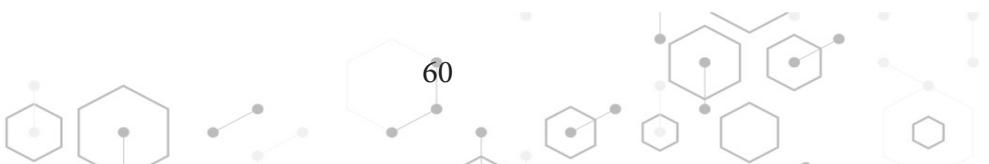
4. Sangre y respiración
5. Acción hormonal, todas bajo las premisas descritas.

De forma especial, procuré articular las teorías pedagógicas con mi propia experiencia docente, a fin de generar situaciones claramente definidas que incluyeran actividades de aprendizaje con sentido crítico, pues el docente debe planear las situaciones y modelarlas, es decir, proyectarlas a la acción, para asegurar su eficacia (Chartier, 2005; como se citó en Zesati, 2014). Asimismo, busqué crear un ambiente educativo de buenas relaciones sociales en el salón de clase, para favorecer el aprendizaje colaborativo, el pensamiento crítico, el análisis de conceptos y la comunicación en todas direcciones. Me propuse abarcar el mayor número de variantes y tener presente que no todos aprenden de la misma forma; por eso determiné evidenciar los aprendizajes varias veces y abonar a un resultado holístico en el grupo, y mediante tal demostración percibir y valorar el desarrollo objetivo de las competencias.

Valoración y validación de las secuencias didácticas. Versión final

Considerando que los cambios y ajustes eran adecuados, las secuencias y las tareas complejas docentes estaban listas para ser aplicadas en la intervención áulica final, ya que se apegaban a los modelos pedagógicos y a las pautas de evaluación de acciones formativas: aprendizaje, reacción, aprendizaje, comportamiento, resultados o aprendizajes, en la escala de efecto y valor, evidencia de que las competencias docentes se desarrollaron y los productos del dispositivo de formación estaban completos, acorde con lo estipulado por Guzmán et al. (2014):

1. Gestiona procesos de análisis y reflexión profunda.
2. Establece distancia entre saberes que se poseen y que necesita.
3. Favorece el trabajo colaborativo.
4. Presenta una transposición didáctica adecuada.
5. Gestiona controles en la progresión de las competencias.
6. El diseño de docencia favorece el desarrollo de competencias.





7. Se basa en el modelo pedagógico observado en los apartados que la integran.
8. Las situaciones didácticas presentan contextos profesionales reales.
9. Maneja las tecnologías de la información y la comunicación.
10. Favorece la búsqueda, manejo e interpretación de la información.
11. Promueve una posición crítica de los medios de información y la colocación de conocimiento en estos.
12. Aplica herramientas para evaluar el logro de las competencias docentes y estudiantiles y el impacto de la experiencia.

Posterior a la etapa de intervención en el aula, y de acuerdo a se siguieron los ciclos de la espiral de Kemmis de investigación-acción, se realizó la última valoración y validación de las once secuencias, el diseño de docencia y del proceso formativo en general, teniendo como escenario la plenaria final.

Ciclo 3. Intervención áulica. Consideraciones previas a la intervención

Antes de iniciar la intervención en el aula, se plantearon las características del ambiente donde se realizaría, algunas de las cuales no era posible planear o controlar, hasta el inicio del curso, cuando el grupo está integrado, ya que impactan directamente en el programa formativo, incluyendo el diseño de docencia.

El contexto de la intervención

La investigación se realizó en la Universidad Autónoma de Chihuahua, en la Facultad de Enfermería y Nutriología. El grupo-clase de alumnos participantes en el estudio fue un grupo de pregrado de la licenciatura en Nutrición, de segundo semestre, turno vespertino, con 21 estudiantes inscritos, 10 hombres y 11 mujeres, con edades entre 18 y 20 años. Fue integrado de manera natural, conforme a los programas normales de inscripción de la institución, no se utilizó algún criterio de inclusión o exclusión.

El programa de actividades para la aplicación de las secuencias. Se tomó como base el calendario escolar oficial de la institución para ese ciclo escolar, sopesando los días festivos y períodos vacacionales, dieciséis semanas y cinco horas semanales, considerando el tiempo adecuado para desarrollar las actividades, además del inicio y término del semestre.

La recolección de datos

El registro de los datos surgidos de la intervención, incluidas las audio-videograbaciones de los momentos en el aula. El uso de una bitácora para el registro de comentarios, observaciones particulares o generales, acuerdos, datos del análisis reflexivo in situ y post clase, entregas espontáneas. Las tareas complejas, el portafolio de evidencias y las evaluaciones a partir de cuatro rúbricas, constituyeron otras fuentes de datos.

Ciclo 4. Valoración de la intervención en el aula. Planeación de dicha valoración

La observación introspectiva y el análisis profundo de la intervención constituyen la principal fuente de datos, al interpretar las acciones y comportamientos de los actores. Se realizó mediante los esquemas trazados en la Matriz de Análisis de la Práctica Educativa (MAPE) definida por el M-DECA, y sus cuatro herramientas: la perspectiva teórica del estudio, las variables de la intervención, las unidades y categorías de análisis, y la teoría fundamentada, para establecer las relaciones entre conceptos que permiten producir una teoría a partir de los datos obtenidos (Comboni y Juárez, 2007; Hernández et al., 2017; Marín et al., 2015).

Perspectiva teórica

Con respecto al método, el trabajo asume los tres momentos: Cosituacional o de formación, cooperacional o de intervención en el aula y coproducción o de valoración; tales fases o momentos se visualizan desde los planos micro, meso y macro, y son evaluados, cada momento, en cuatro niveles de desarrollo: aprendizaje, acción, efecto y valor, a observarse en la intervención.





Variables de intervención

Considerando el tipo de estudio y su grado de influencia, se establecieron seis variables: entorno educativo, empleo del espacio-tiempo, el grupo-clase, relaciones sociales en la clase, la interactividad profesor-estudiantes y las secuencias didácticas. Se observa en general el rendimiento del grupo y su motivación por el estudio; el empleo del espacio-tiempo planeado en función de los espacios físicos y el tiempo disponible, en el aula y el laboratorio.

La principal variable es la secuencia didáctica y sus componentes: su estructura, durante la intervención, y su análisis e interpretación. El conjunto de secuencias integró las guías de estudio. Los recursos de apoyo fueron los materiales didácticos, el acervo bibliográfico, las bases de datos, los aparatos electrónicos, el mobiliario del salón de clase e instalaciones; todo esto conformó un soporte para llevar a efecto el proceso.

Unidades de análisis

Los documentos codificados se agrupan por criterios relevantes o con significación para el problema; pueden ser actividades de aprendizaje que integran saberes y su desempeño. En los tres planos: Macro: enfoques de la investigación y el método, programa de formación del docente, estructuración del método, unidades de análisis, refinamientos, relaciones educativas, creencias, ideas, situaciones, valores, rutinas e incidentes. Meso: unidades de análisis y evaluación de las acciones formativas, validación del modelo y las secuencias didácticas, el programa, los resultados de validación y la evaluación, y Micro: el contexto, sesiones clase, actividades de aprendizaje, las demostraciones, segmentos de interactividad, relaciones educativas, evidencias de desempeño, recursos de apoyo y reporte de la experiencia, pertinencia, apropiación del aprendizaje, intervención, planeación, ejecución y evaluación, desde la univocidad (Zesati, 2014).

Categorías de análisis

Estas emergen de las relaciones sociales, metodológicas y conceptuales observadas en las unidades de análisis, dan una idea holística de los resultados y surgen desde la perspectiva general de observación. Corresponden a porciones de las secuencias o unidades básicas de análisis e interpreta-



ción, como pueden ser al diseñar la docencia, en el proceso de formación, durante la intervención o el análisis de la aplicación de cada secuencia, en las posturas que cimentaron, en las intenciones formativas, las situaciones de integración o actividades de aprendizaje, observando su organización, estructura, interactividad y evidencias de desempeño, etc.

En el análisis de las categorías se establecen las relaciones entre secuencias, considerando las unidades de análisis, por lo que también se incluyen momentos como la agrupación de datos recogidos, la categorización de los desempeños de actividades, análisis de textos, intenciones formativas, práctica reflexiva, investigación, registros, interacción, comunicación, competencias, organización grupal, autorregulación, ayudas a los estudiantes y patrones de desempeño.

Se valoran los resultados con base en el nivel de logro, a partir de lo observable; esto permite inferir el logro de competencias; el elemento observable se configura con las tareas y la comprensión de estas por los estudiantes; es decir, cómo es comprendida una actividad compleja y cómo se resuelve, que, por su carácter complejo, debió haber empleado el conocimiento, la actitud y pensamiento analítico (Guzmán et al., 2014). Los resultados de la intervención se examinan conforme al plan, durante el avance del proyecto y al realizar los ajustes necesarios; es decir, simultáneamente se realiza la práctica docente, la investigación-acción y la introspección de los datos que emergen (Marín et al., 2015).

En el análisis cualitativo, la principal fuente de datos para interpretar acciones y comportamientos de los actores es el análisis de la intervención; esta se realiza según la Matriz de la Práctica Educativa (MAPE) delineada por el M-DECA y sus cuatro herramientas: perspectiva teórica del estudio, variables de la intervención, categorías y unidades de análisis y la teoría fundamentada. El análisis cuantitativo se elaboró a partir de la autoevaluación y la coevaluación de las rúbricas, apoyado en sus distintos criterios.



Plan del análisis de la práctica y de la valoración de la experiencia

El análisis de la práctica educativa y la valoración de la experiencia, desde el enfoque cualitativo, incluye tres etapas: 1) reducción y clasificación de los datos mediante dos interpretaciones del problema: metodológica y epistemológica; 2) a la luz de la teoría prestada y 3) al relacionar la perspectiva teórica con los conceptos derivados de las interpretaciones, el análisis profundo y la obtención de productos y explicaciones o conceptualizaciones teóricas "con un marco explicativo para entender el fenómeno estudiado, en un proceso ordenado y constante de comparación, análisis y codificación." (Espriella y Gómez, 2020, p.127).

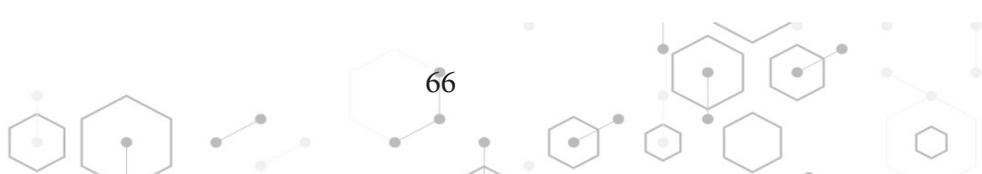
La teoría fundamentada en un inicio considera tres niveles analíticos: la codificación u organización de los hallazgos a partir de los episodios verbales relevantes y su descripción textual, considerando su sentido y significado, los componentes de las secuencias, desde la univocidad, la apropiación de conocimientos, la pertinencia, la apropiación e integración de saberes y los patrones de desempeño (Marín, et al., 2015). Parte de los datos primarios, a través de la lectura exhaustiva: a) abierta, para identificar categorías en los datos; b) axial, para encontrar relaciones entre categorías y c) selectiva, para reconocer las relaciones y localizar las categorías centrales (Espriella y Gómez, 2020). De manera que el análisis o codificación parte de la clasificación, sección por sección, de los documentos primarios y del análisis introspectivo y profundo.

Posteriormente, se profundiza el análisis e interpretación de los hallazgos, para arribar a productos y conceptualizaciones teóricas. Se identifican las fracturas o coyunturas en los datos, a través de variables, unidades y categorías de análisis (Corbin y Strauss, 1990, citado en Marín 2015; Martínez, 2013; Rojas, 2013), de modo que la interpretación metodológica y epistemológica de las teorías propias surja de los datos y tome forma a la luz de la teoría prestada o emergente; los postulados se confirman al adquirir validez y constancia lógica, inherentes en una investigación cualitativa (Hernández et al., 2017). En el trabajo aquí expuesto, la clasificación, análisis y reducción de los datos se hizo acorde con la Pauta de Observación para las Evidencias del M-DECA (V. figura 4).

Figura 4. Pauta de observación para evidencias.

PAUTA DE OBSERVACIÓN PARA EVIDENCIAS				
Estudio: _____		Periodo: _____		
INTENCIONES FORMATIVAS				
Reducción de datos/ episodio textual - 1o. Momento de análisis	Interpretación - 2º Momento de análisis Revisión - metodológica y epistemológica		Construcción conceptual o teórica - 3º Momento de análisis	
	1ª. Interpretación personal – sentido común -	2ª interpretación a la luz de la teoría prestada		
SECUENCIAS DIDÁCTICAS				
Univocidad				
Apropiación de los conocimientos				
Pertinencia				
PROCESO DE FORMACIÓN				
Univocidad				
Apropiación de los conocimientos				
Pertinencia				
CLASE				
Univocidad				
Apropiación de los conocimientos				
Pertinencia				

Fuente: Marín et al., 2018.





El análisis de los datos cualitativos se apoyó en el programa Atlas. Ti 7.5.7, herramienta informática que facilitó el codificado y la visualización de relaciones y patrones entre los códigos y familias de códigos surgidas del análisis, lo cual permitió analizar los datos como una unidad hermenéutica, según la categorización realizada de las entregas de los estudiantes, y así enriquecer la interpretación y valorar la experiencia (Muñoz, 2006; como se citó en Hernández et al., 2017; Lara-Muñoz, 2013; San Martín, 2014). Esta sección cierra con un reporte final, que recoge el parecer estudiantil del desenvolvimiento del proceso, los resultados, análisis y conclusiones, para su posterior disseminación (Comboni y Juárez, 2007; Martínez, 2006; Rojas, 2013).

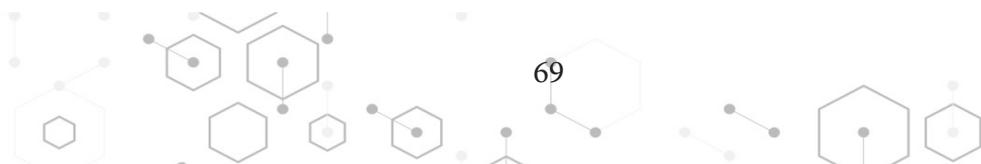
Los resultados cuantitativos de las autoevaluaciones y coevaluaciones en las cuatro rúbricas: actividades de aprendizaje, de la metodología, de los conocimientos adquiridos y del portafolio de evidencias, se analizan en hojas de cálculo Excel de Windows Office 2013 y el programa estadístico SPSS 22, y a partir de los cuatro niveles de desarrollo: Excelente (4), Satisfactorio (3), Satisfactorio con recomendaciones (2), Necesita mejora (1); resultados que complementan los hallazgos de la metodología cualitativa y aportan una visión más integral al estudio.

De acuerdo con lo anterior, se observa que sistematizar una experiencia es un proceso analítico y lógico de los aspectos implicados en la educación, como la inteligencia colectiva, la visión sociocultural y crítica, el aprendizaje situado; siendo un proceso que parte de los registros, de su análisis, interpretación y comprensión y que busca resultados clave, a la luz de los saberes, de manera que surjan nuevos y se mejore la educación (Barbosa Chacón y Barbosa Herrera, 2017).

Las secuencias en el aula. La praxis desde el plan

El análisis y valoración de la intervención y de los hallazgos en el salón de clase buscan entender cómo se realizó el proceso investigativo y, a la vez, mostrar cómo la dinámica docente desplegada impulsó el desarrollo de las competencias, tanto entre los estudiantes como en la propia enseñante. En aras de esta intencionalidad, la metodología elegida fue la investigación-acción, y en las distintas fases del trabajo se emplearon las tres modalidades de esta:

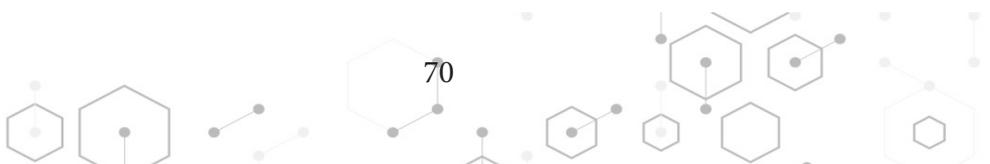
- 1) *la técnico-científica*, en tanto que los trayectos o ciclos de la investigación y la intervención áulica se repitieron una y otra vez, en una labor de análisis, refinamiento y realimentación. Este carácter iterativo, helicoidal y regenerador, es propio de la modalidad técnico-científica de la investigación-acción, la cual plantea fases secuenciales de acción: planificar, identificar hechos, analizar, instrumentar (intervenir) y evaluar.
- 2) *modalidad deliberativa de la IA*, que puede advertirse en las distintas fases del trabajo, pues tanto en la experiencia áulica, en el proceso investigativo, como en la evaluación, se puso en juego la comunicación eficaz entre todos los actores, la interpretación sustentada en la reflexión y en la conceptualización, las descripciones detalladas de los fenómenos, la deliberación de los resultados, tal como lo propone la versión deliberativa de la IA, la cual se enfoca en la interpretación, la negociación y la comunicación efectiva de los participantes, pues está interesada prioritariamente en los resultados y la construcción de soluciones al problema estudiado.
- 3) *modalidad emancipadora*, ya que, desde el momento de elegir el problema, su contextualización y los propósitos de la indagación, la modalidad emancipadora de la investigación-acción estuvo



presente. En su planteo, esta vertiente de la IA se centra en los efectos sociales de la investigación, rebasando la mera solución del problema estudiado. Su propuesta busca generar verdaderos cambios en la mentalidad de quienes participan en el proyecto investigativo y, a partir de dichos cambios, hacer posibles transformaciones sociales que mejoren la vida. En tal idea, la presente investigación tuvo como propósitos de largo alcance aportar información y conocimientos para transformar la praxis educativa, construir saberes auténticos y competencias, tanto entre los estudiantes como en el profesorado, por lo que desplegó la visión de la IA emancipadora (Álvarez-Gayou, 2003; como se citó en Hernández et al., 2017, p. 497).

Uno de los principales objetivos de la investigación educativa es mejorar la docencia. Esta proposición, repetida innumerables veces en innumerables textos, deviene en una tarea que no admite simplificaciones ni respuestas pretendidamente sencillas. Por el contrario, solucionar los problemas de la práctica educativa exige conocer y reflexionar profundamente en torno a los referentes que permiten cuestionarla y a la vez ofrecen los parámetros para las decisiones que habrán de asumirse. Dichos referentes atraviesan la práctica educativa en todos sus niveles y modalidades; son consustanciales a la profesión docente.

La pregunta obligada es si los docentes disponen de referentes teóricos validados en la práctica y útiles no sólo para describirla, sino también explicarla y comprender los procesos que se generan en ella (Zabala, 2000, p. 13). Si se admite que la mejora de cualquier actividad humana pasa por el conocimiento y el control de las variables que intervienen en ella, el hecho de que los procesos de enseñanza-aprendizaje sean sumamente complejos, hace aún más necesario que los enseñantes cuenten con dichos referentes y los utilicen para interpretar lo que sucede en el aula. Acerca de estas variables, Zabala explica que se trata de "referentes teóricos, entendidos como instrumentos conceptuales extraídos del estudio empírico y de la determinación ideológica, y que permitan fundamentar la práctica, dando pistas sobre los criterios de análisis y la selección de las posibles alternativas de cambio." Los concreta en dos grandes referentes: la función social de la



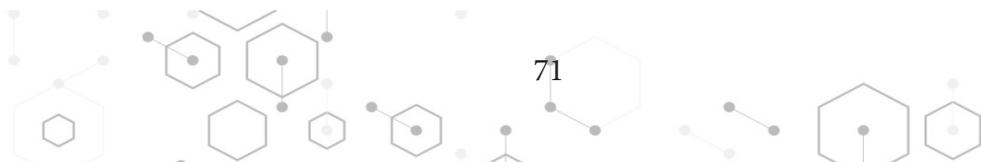


enseñanza y el conocimiento del cómo se aprende (Zabala, 2000, pp. 13-14).

A partir de esas dos amplísimas claves referenciales, reproducidas y proyectadas en todos los tramos del proceso de enseñanza-aprendizaje —desde la intervención en el aula, ese microsistema dentro del cual interjuegan unos espacios, una organización social, relaciones interactivas, formas de distribuir el tiempo, determinado uso de los recursos didácticos, etc., hasta los dispositivos de evaluación— será posible analizar y reflexionar, desde la mirada y la intelección del docente, cómo se enseña, cómo sería posible enseñar mejor (y también cómo no enseñar); asimismo, visualizar con claridad que la intervención pedagógica tiene un antes y un después que constituyen las piezas consustanciales en toda práctica educativa. Esta visualización deviene capital para comprender, como atinadamente lo expone Zabala, que la planificación (el antes) y la evaluación (el después) de los procesos educativos son una parte inseparable del desempeño docente, pues lo que sucede en las aulas, la propia intervención pedagógica, no puede entenderse sin un análisis que abarque las intenciones, las previsiones, las expectativas y la valoración de los resultados.

Los dos referentes planteados por Zabala se concretan en determinados contenidos de aprendizaje y en ciertos criterios de enseñanza que son los que, de forma combinada, inciden en las características que habrían de adoptar las variables metodológicas en una propuesta modelo de intervención (Zabala, 2000, pp. 15, 20-21). En el estudio aquí expuesto, se consideraron estos dos grandes referentes: la función social de la enseñanza y la concepción de aprendizaje, de ahí la atención en describir, examinar, reflexionar a profundidad y repetir las fases más importantes de la intervención y, en especial, fundamentar todo el trabajo en el M-DECA.

Por otra parte, cabe advertir que sistematizar las experiencias docentes ha adquirido un notable valor y da continuidad a lo planteado por Zabala. En función de esta sistematización, Macías et al., (2017) diseñaron y validaron un modelo de formación de tutores, siguiendo los principios del (M-DECA). Lograron generar la reflexión y autoevaluación de los participantes, incorporar los saberes adquiridos a la práctica y replantear los planes de acción tutorial. Igualmente, Barbosa y Barbosa (2017), retomaron tal sistematización al valorar el ambiente de aprendizaje en educación virtual



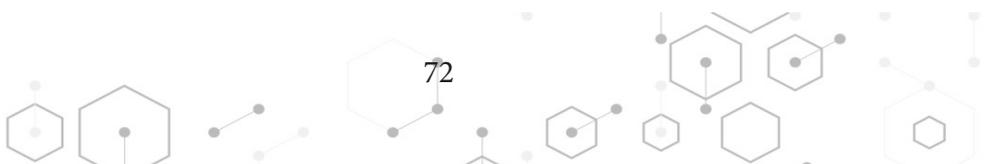
y establecer una ruta y un estilo de trabajo para la formación “en, desde y hacia” la práctica.

En el proyecto que aquí nos ocupa, durante el análisis cualitativo, la primera fase incluyó una revisión detallada de la dimensión micro de los datos: palabras, frases, oraciones o párrafos, contenidos en todas las modalidades de recolección de datos utilizados al documentar la experiencia: audio-videograbaciones, episodios verbales, cuaderno de notas, observaciones directas, entrevistas, discusiones en grupo, rol docente, evidencias de desempeño, rubricas de evaluación y encuentro final, en donde se plasmó el quehacer de la docente y las demostraciones de los estudiantes.

En la intervención áulica, destacan las secuencias didácticas o unidades de análisis, pues facilitaron la organización de los resultados en torno a sus componentes o categorías, apoyando la interpretación de los hallazgos y las conexiones entre conceptos, a partir de episodios verbales y redes conceptuales. Las fracturas o coyunturas se analizaron buscando identificar los códigos que posteriormente conformarían las variables, unidades y categorías de análisis. El análisis descriptivo de la totalidad de los datos originales, primarios o crudos, al clasificar estos datos y compararlos sistemáticamente entre sí, permitió reconocer aquellos relevantes de la investigación, de los que no.

Este capítulo presenta la parte co-operacional del estudio y da cuenta de su desarrollo en los diferentes contextos derivados de las situaciones-problema y otros apartados de las secuencias en el aula, la valoración profunda de aspectos considerados pertinentes, que evidencian el valor alcanzado, es decir, cómo se desarrolló el proyecto desde el plano micro a partir de los criterios del MAPE: patrones de interacción, contrato didáctico, negociación, organización grupal, ayudas docentes y devolución, entre otros.

En una primera fase, los datos micro se analizaron según criterios básicos, como univocidad, apropiación de los conocimientos, pertinencia, integración de saberes y patrones de desempeño de los estudiantes. Se identificaron aquellos con alguna peculiaridad, similitud, diferencia o relación relevante al estudio y que, ya agrupados y clasificados, conformaran patrones: variables, unidades y categorías o bien que permitieran establecer diferencias entre lo planeado y lo logrado (Hernández et al., 2017; Guzmán et al., 2014; Marín, et al., 2015; Martínez, 2013; Rojas, 2013).





La segunda fase o dimensión generativa de la experiencia consistió en dos interpretaciones del problema, la metodológica y la epistemológica; la primera, partió de mi propia interpretación docente, basada en mi experiencia y sentido común; la segunda, los hallazgos se analizan a la luz de la teoría prestada o emergente y fueron base para la construcción de los conceptos teóricos propios. Una tercera fase relacionó la perspectiva teórica del estudio con los conceptos encontrados en las interpretaciones; esto favoreció que las nuevas teorías emergieran de forma fundamentada, a la luz de las variables de intervención, al explicar las interpretaciones de los hallazgos y su categorización y confirmar los postulados que le dieron validez y constancia lógica a la investigación. Los tres momentos fueron analizados bajo el MAPE, que retoma los componentes de las secuencias (Hernández et al., 2017; Marín et al., 2015).

Desde la perspectiva de estas fases, fue necesario fortalecer algunos aspectos resultantes de la prueba piloto del proyecto, como la recogida de datos, el diseño de la docencia y la inclusión del componente de innovación digital, este último, cuando ya estaba puesta en marcha la intervención en el aula.

Recogida de datos y registro del proceso de intervención en el aula

La parte investigativa incluyó la recolección de datos, su preparación y consecuente análisis. Conjuntó registros, de manera natural y mostrando su aplicación mediante observación también natural; se rescataron los referentes que permitieran describir o interpretar el desarrollo de la intervención. La observación se realizó a detalle con cinco herramientas:

Videograbación durante la intervención

Videograbar implicó socializar, en las tríadas o en el grupo, las situaciones-problema, las mesas redondas, los diálogos, el trabajo colaborativo y los debates, entre otras actividades. Se limitó la observación de paradojas y se favoreció la recolección de evidencias no verbales, basadas en conversaciones libres, desenvolvimientos, gustos, expresiones corporales, evidencias de las percepciones cognitivas y afectivas, actitudes y deseos de apren-



dizaje de los estudiantes, según las pautas sostenidas por Galloway y Bretz (2016).

Bitácora escrita para las observaciones

Esta herramienta recogió las observaciones de influencia sobre los resultados: eventos, cambios en la enseñanza, comportamientos o percepciones relevantes, notas de la clase o simplemente el sentir de la docente.

La observación reflexiva del desarrollo de la intervención

Análisis al final de cada sesión de los incidentes o eventos más significativos; por ejemplo, aquello que dio un buen resultado o lo que indicó la necesidad de un cambio.

La evaluación a partir rúbricas

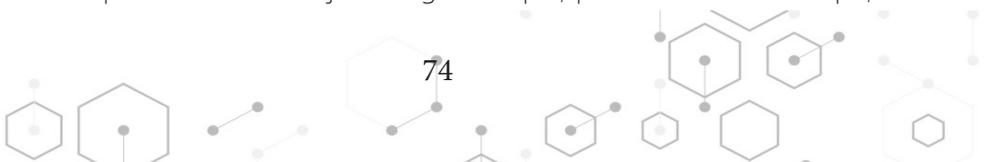
Se diseñaron cuatro rúbricas distintas para ser empleadas por los estudiantes y que les posibilitaran evaluar y co-evaluar conocimientos, actividades de aprendizaje, metodología utilizada y portafolio de evidencias; con dichas rúbricas se triangulan los datos y se indaga con mayor riqueza y profundidad (Hernández et al., 2017).

Análisis documental

El análisis profundo de los documentos oficiales: modelo educativo de la institución, plan de estudios de la carrera, programa de la asignatura y evidencias de la intervención: videograbaciones, evidencias entregables, integración del portafolio de evidencias, autoevaluaciones y coevaluaciones; todo aquello que proporcionara suficiente evidencia documental y sirviera para el análisis y la comprensión de la experiencia desde la perspectiva de todos los actores, según su nivel de conocimientos y su interés.

Diseño de docencia

Las mejoras en la docencia incluyeron involucramiento del grupo, accesibilidad a la información, mayor orden en la entrega de evidencias e integración del portafolio de evidencias, estructurado por carpetas individuales y cada tema de estudio. En este caso, además de los aspectos de refinamiento, se incorporaron otras mejoras digitales que, por razones de tiempo, no





fueron consideradas hasta ya iniciada la primera etapa de la intervención final, pero que coadyuvaron al proyecto como un componente adicional.

Me percaté de la importancia que tiene el orden de las actividades; por ende, cuidé la forma más pertinente, de acuerdo con los tiempos, los contenidos y el ambiente del salón de clase, de guardar ese orden: sopesé todas las variables y el momento para abordar cada actividad o instrucción, enfatizar algún tema, el discurso a utilizar, pues entendí que son factores determinantes.

Asimismo, establecí la lectura previa de cada temática y su reflexión, personal o colaborativa; incorporé videos didácticos como actividad grupal; generé espacios para el trabajo y la reflexión conjunta, primero en tríadas que discutieran y llegaran a la resolución de la situación-problema, y al final, la socialización en grupo a través de debates, discursos colegiados o mesas redondas, entre otros.

Un hallazgo relevante fue cómo se vive la intervención en sí y observar cómo se mejora la comprensión partiendo de un adecuado diagnóstico inicial y la detección oportuna de algún detalle que, de diferente forma, mejorará el resultado. La primer mejoría se produjo en los aspectos operacionales del proyecto formativo: cuidé que no se entrara en rutina, respeté el orden de las secuencias, pero al mismo tiempo di mayor variedad empleando diferentes estrategias de enseñanza, varié también las actividades individuales, en tríada o grupales, modulé el discurso a utilizar, según las distintas intencionalidades y dinámicas de la clase: si se abordara un ejemplo o se explicara un concepto, el orden de las actividades en algún tema o quién debía trabajar en cierta actividad, el momento de ver y/o analizar el video, de manera individual o grupal en mesa redonda, debates u opiniones de la tríada, etc. Este proceso cambiante en las estrategias didácticas y discursivas, pero con unidad y congruencia temática, mantuvo a los estudiantes siempre alertas, logrando el involucramiento continuo del grupo.

Para obtener la mayor cantidad y calidad de información durante la intervención y porque consideré que los momentos en el aula son irrepetibles y muy valiosos, ajusté el manejo de las videograbaciones y di mayor tiempo de grabación, con más secuencias, en especial las secuencias iniciales, de modo que no se perdieran hallazgos y así contar con suficientes evidencias de cada etapa del proceso, al recuperar momentos que diesen



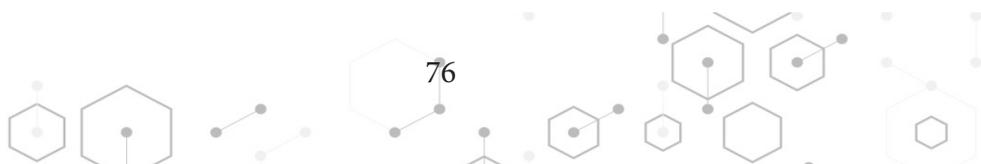
cuenta detallada de los distintos tramos en el aula y que posteriormente proporcionaran elementos de análisis para llegar a resultados reales y confiables. El empleo de videograbaciones y su producción por los propios estudiantes, fue de especial importancia.

Una prioridad fue aprovechar en todo lo posible el tiempo del grupo frente a las situaciones-problema. Esto dio la oportunidad de hacer cambios y ajustes según los hallazgos observados en las primeras secuencias. Esta flexibilidad, dictada por el propio dinamismo del proceso de enseñanza-aprendizaje y en consonancia con este proceso, es uno de los distintivos del este método.

Con el fin de no dejar “escapar” información, se cuidaron de mejor forma las videograbaciones, las cuales se realizaron en el momento en que sucedían las acciones, es decir, se grabaron in situ, en un intento de captar esos elementos que ya no se repiten ni se pueden retroceder en el tiempo; se mejoró el control de lo que se estaba grabando y como se realizaba la grabación: acercamientos, ángulos, toma de diálogos, segmentos de interactividad, etc. Todos estos cambios y las cuatro secuencias adicionales permitieron aumentar la cantidad y calidad de los momentos de grabación y del análisis en sí.

En función de apoyar el involucramiento y los aprendizajes, dispuse modificar la organización de los roles de los estudiantes (presentador, observador y facilitador) y para ello diseñé un programa en el que rotaron los papeles de cada actor, en cada actividad, y llevé el control de la actuación de cada integrante, por evento, de manera que todos participaran en los diferentes roles.

Originalmente, proporcioné la bibliografía recomendada para cada tema específico; sin embargo, advertí que el nivel de conocimientos previos debía reforzarse y que no existía el hábito de la lectura autodidacta. En interés de dar accesibilidad a los materiales de apoyo y a las propias secuencias, generé un apartado en la carpeta compartida de Gmail, en la cual se colocaron los materiales de apoyo: las secuencias didácticas, la presentación docente de cada tema y los archivos electrónicos de los capítulos de los libros o las direcciones electrónicas a estudiar, de modo que estuvieran siempre disponibles; así se facilitó la accesibilidad a la información, aspecto que posteriormente mejoró más, mediante la innovación digital.





Lo mismo que las entregas de las evidencias de desempeño, las evaluaciones llevadas a cabo por los estudiantes y su recepción por la docente; preví que era necesario mejorarlas, pues se hacían en desorden, de manera poco formal e incompleta (noté que faltaban reportes de actividades o evaluaciones). Le di solución a esto con la creación de espacios electrónicos individuales exclusivos para cada alumno(a), mediante las cuentas de correo institucionales. En lo relativo al portafolio de evidencias, se rediseñó para mayor funcionalidad y organización, creando carpetas seccionadas para cada tema dentro de la carpeta compartida de cada estudiante, donde también se incluían las evaluaciones de cada secuencia, para ser entregadas totalmente de manera digital, subiéndolas al Google Drive de una cuenta de la docente para la integración del portafolio.

Componente de innovación digital en las secuencias

Su creación se llevó a efecto ya iniciada la intervención final, las primeras tres secuencias, se habían operado de manera adecuada; la capacidad de almacenamiento de la cuenta de correo Gmail era de 15 gb, suficiente para recibir las actividades y evaluaciones de cuatro secuencias. Por eso, al correr la tercera secuencia, fue necesario recurrir a otras opciones de almacenamiento. Se retomó una de las opciones digitales descartadas, pero con posibilidades de solución rápida.

Al investigar otras posibilidades digitales y formas de comunicación más efectivas, durante la etapa de refinamiento, se habían visualizado otras opciones digitales más evolucionadas y útiles para mejorar algún esquema o apoyar aspectos que requerían renovarse; sin embargo, se consideraron de poco impacto en relación con el tiempo a invertir, ya que las fechas para iniciar el semestre estaban muy próximas.

Se consideró el uso del correo institucional docente, con una mayor capacidad de almacenamiento, para albergar las evidencias del resto del curso y con la posibilidad de retomar las opciones digitales. Obtener mayor capacidad de almacenamiento digital también mejoró las secuencias, pues fue posible utilizar una versión más reciente del programa eXe-Learning 2.1.3, pues dicho programa permite leer y modificar, es de codificación



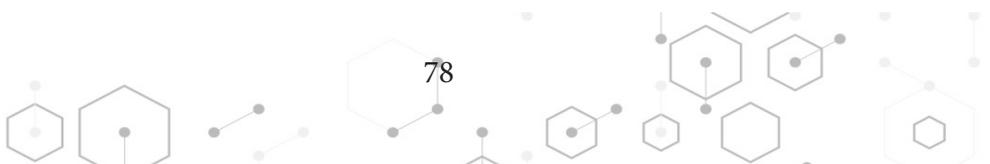
abierta y se puede establecer mejor comunicación y manejo de la información, pues posee algunas herramientas mejoradas (Monje, 2018).

Las secuencias se encontraban en una versión digital anterior; se cambiaron a la más actual, además se lograron dos innovaciones adicionales, en los materiales de apoyo y en el componente de evaluación; de ese modo se agilizó el flujo de la información.

A partir de la secuencia 4, se migraron a la nueva versión de eXe, aprovechándose mejor los recursos innovadores, los cuales hicieron las secuencias más amigables, versátiles y ágiles. Se logró una mejor programación, aprovechando las herramientas de la versión 2.1.3; se mejoró la recepción de evidencias de desempeño y se propició una mejor organización, además de que se logró incluir elementos multimedia y actividades interactivas a través de ligas con documentos de diferente naturaleza. Desde mi perspectiva docente, la incorporación de los recursos digitales y las innovaciones que generan, son indispensables en la docencia de hoy. De ahí que sea altamente productivo fortalecer digitalmente los materiales de enseñanza de forma lógica, epistemológica y didáctica, mediante programas, apoyos y la accesibilidad que las redes ofrecen (Perrenoud, 2004), teniendo presente, además, que son los instrumentos y las fuentes de información y saber que los jóvenes más utilizan (Cano et al., 2015).

Con esta secuencia, se inició la reprogramación digital simultánea de las restantes, conforme se presentaron al grupo, constituyendo un paso importante en la innovación, pues permitió que las secuencias fueran más didácticas, interactivas, actuales y accesibles, de manera que los estudiantes pudieron constatar el cambio que representó. Ya que los materiales de apoyo, actividades de aprendizaje, entrega de evidencias de desempeño en el portafolio y las evaluaciones a través de las rúbricas se pudieron abrir desde la misma secuencia didáctica, sin ser necesario abrir aplicaciones o documentos adicionales, ya que se crearon ligas con *Google Drive* para lograr la accesibilidad a los materiales, pues ahí se guardaron los archivos eXe de las secuencias, alojados en una carpeta de almacenamiento *Google Drive*.

Por tanto, esta carpeta se comportó como un sitio web y los estudiantes tuvieron la información totalmente accesible en cualquier momento, pues eXe puede ser abierto desde cualquier computadora con *Windows* o desde cualquier dispositivo con plataforma *Android*, tableta o teléfono celu-





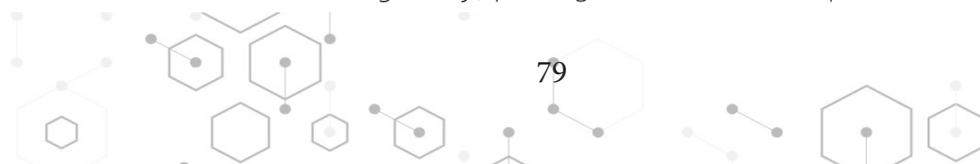
lar, lo cual permitió que el momento para el estudio estuviera disponible en los horarios convenientes a los estudiantes, y mostrar materiales de apoyo, realización de las actividades de aprendizaje, la entrega de las evidencias, así como poder realizar la auto y coevaluación a partir de las rúbricas. Se logró que estos instrumentos estuvieran disponibles desde un mismo sitio, en cualquier lugar donde los estudiantes se encontraran y en cualquier horario (salvo la restricción de fecha y hora límite para entrega de las evidencias) a través de un candado de acceso; todos estos recursos tecnológicos confirieron agilidad al proceso educativo y mostraron que es indispensable adecuar el uso de los dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas, a la práctica docente actual (Vázquez, 2015).

Al crear las ligas de acceso directo desde cada secuencia, se aprovecharon diversos recursos, como los siguientes:

- Los videos didácticos de *YouTube* relativos a los temas de estudio y que forman parte de las actividades de aprendizaje;
- Abrir una presentación explicativa de cada tema desarrollado por la docente en el programa de *Office Power Point*;
- Abrir las referencias bibliográficas recomendadas desde la secuencia, en cada tema, ya fueran libros o capítulos digitalizados; anteriormente se proporcionaba la dirección electrónica, el documento completo o la ficha bibliográfica y debía acudirse a la biblioteca;
- El acceso directo a las direcciones electrónicas para las bases de datos del Sistema Universitario de Bibliotecas Académicas de la UACH-SUBA, y
- El acceso a las páginas electrónicas que contienen las directrices de los formatos a utilizar en el desarrollo de las evidencias de aprendizaje y páginas sobre temas académicos relacionados con los temas tratados.

Ensayo adicional más allá de la innovación digital

De forma adicional, se realizó otra prueba piloto en una sola secuencia (la 9, Electrolitos y buffers) llevada al paquete computacional *Tumult Hype 3.6.7 Standard Edition* de *Google Play*, y se logró también el comportamiento de



la carpeta en *Google Drive*, que sólo es almacenamiento, como un sitio web; esto, a través de *DriveToWeb* (<https://drv.tw>) y la creación de un código *HTML* y un alojamiento web, pero de manera menos acotada que *eXe Learning 2.1.3*; *DriveToWeb* es más innovador, pues confiere un grado mayor de interactividad a la secuencia, permite un tratamiento semejante al de un archivo *Power Point* y obtiene una mejor presentación de los materiales, ya que posee un módulo de símbolos que permite la interacción de objetos animados de aparición.

Además, *DriveToWeb* permite el acceso a videos personales en los que el docente interactúa directamente con los estudiantes, explica el tema y los materiales presentados, sin perder la característica de acceso desde cualquier computadora, tableta o celular, pues al ligarlos, el profesor puede llegar de una manera más directa y real al estudiante y explicar a profundidad algún concepto de interés, a través del recurso del audio y video, lo cual da a la secuencia mayor contacto entre docente y estudiante y permite que las actividades sean más atractivas. Fue una herramienta valiosa para captar o mantener la atención de los estudiantes por mayor tiempo, además sin realizar el gasto económico que significa la contratación de un servidor particular, ya que el uso de estos recursos abiertos y disponibles en la red tuvo fines académicos y no de lucro; también se utilizó las cuentas institucionales de *Google*, *@uach.mx* de los estudiantes y de la docente, cuya capacidad de espacio de almacenamiento es ilimitada. Esta prueba de innovación digital resultó exitosa; sin embargo, por razones de tiempo, no fue posible emplear *DriveToWeb* en todas las secuencias.

Innovación digital en la evaluación y análisis de datos

La innovación en la evaluación incluyó dos aspectos: la creación de una carpeta compartida semejante a la inicial de *Gmail*, sin problema de capacidad, entre la docente y cada estudiante, para entrega de evidencias. Este procedimiento otorgó orden a las entregas estudiantiles y permitió crear carpetas específicas de cada tema, por lo que cada discente conformó su portafolio de evidencias a partir de la secuencia 4, y lo evaluó según su respectiva rúbrica. La segunda incorporación innovadora facilitó las autoevaluaciones





y las coevaluaciones, puesto que las rúbricas podían abrirse desde la propia secuencia, y se ligó a formularios de *Google* que contenían los instrumentos de evaluación; esto facilitó la evaluación por los estudiantes, sin necesidad de recurrir a archivos adicionales que se subían a la carpeta en *Google Drive* al inicio; se incluyeron también los criterios de evaluación, y sólo fue necesario que los estudiantes se autentificaran para realizar la autoevaluación y coevaluación.

Las respuestas generadas en cada instrumento de evaluación se ligaron a hojas de cálculo de *Google* que conjuntaron los resultados de las evaluaciones de cada tema y de todos los estudiantes, archivos de acceso por el docente y exportables a hojas de cálculo de *Excel*, lo que mejoró la evaluación de las competencias, el manejo de los datos para el análisis cuantitativo o la exportación al programa *Atlas.Ti* para su análisis cualitativo y posterior interpretación de los resultados y de tal manera arribar a conclusiones; así, esta innovación también reportó beneficios a las etapas del análisis de los datos y sistematización de resultados.

Las secuencias del número 4 a la 11 se corrieron con estas innovaciones, y no se realizó ningún cambio en sus contenidos; los datos recogidos en las primeras secuencias fueron llevados a estas bases de datos, para su análisis conjunto. Se comprobó así que los adelantos digitales son vertiginosos, es importante conocerlos, aplicarlos y mejorar la interacción con los estudiantes y sus aprendizajes.

Complementariamente, se generaron códigos *QR* para cada secuencia, el formulario de evaluación y la hoja de cálculo que compila los datos generados; esto, con el fin de facilitar aún más su acceso. Igualmente, para las redes de *Atlas.Ti* y cuadros de mayor tamaño, se generaron códigos *QR*, lo cual facilita su visibilidad y presentación.

Las secuencias didácticas, su desempeño desde la perspectiva del plan

El desenvolvimiento del proyecto formativo se estudió a partir de los niveles macro, meso y micro; se sopesaron los aspectos relevantes, desde el enfoque y apego al método, sus fundamentos pedagógicos y su operacionalización; entre dichos aspectos están los siguientes:



- a) facilidad para relacionar conocimientos previos y nuevos;
- b) que la situación problema favoreciera el conflicto cognitivo, la actividad mental y el desarrollo del pensamiento crítico;
- c) actividades de aprendizaje suficientemente significativas, puesto que desde el momento de diseñar las secuencias se buscó generar un reto motivante y alcanzable –zona de desarrollo próximo– de forma que el estudiante lograra nutrir su autoestima, que aprendiera y además sintiera que sí había aprendido, adquiriendo seguridad en sus conocimientos y en sus juicios, pues el proceso también involucró aprender a aprender (Guzmán et al., 2014; Zabala, 2000).

El grupo-clase, conformado de manera natural, permitió observar características particulares en los estudiantes, como su historial escolar y personal, que influyeron en el desarrollo de la intervención y en los aprendizajes. Los estudiantes integraron tríadas, al analizarlas, cada una poseía alguna particularidad, pero con elementos comunes en un grupo de jóvenes universitarios: tres tríadas trabajaron de forma organizada, involucrada y presentando resultados; otras tres presentaron un nivel de trabajo e involucramiento más bajo (la tríada de los deportistas, la de las alumnas amigas de ellos, y la de los muy serios, siempre al margen, pero realizando las actividades); y la última tríada, que abandonó el curso en el primer tercio.

Cuatro secuencias se estiman representativas del proceso: carbohidratos, agua, buffers y electrolitos, y acción hormonal, pues envuelven momentos cruciales durante la intervención: la resistencia al cambio, el conflicto cognitivo y la madurez en la última etapa. Dichas secuencias permitieron observar a los estudiantes mientras trabajaban en las tríadas y en grupo: durante el debate, mesa redonda o diálogo abierto; y también a la docente, al realizar su labor de acompañamiento, redireccionar la progresión, proporcionar ayuda, asesoramiento y motivación, o bien negociando cambios al gestionar competencias. Al unísono, aspectos investigativos como evaluar el avance, recopilar información y documentación de hallazgos, registrar las relaciones sociales, las formas de comunicación e interactividad, documentadas en las videograbaciones, cuaderno de notas, entrevistas o las evidencias de desempeño. Se observa en esta etapa una





intensa labor docente, ya que se realizó la doble función de profesora e investigadora en acción.

Entre los resultados de la intervención destacó la distancia entre lo planeado y lo real, así como eventos relevantes en el aula: resistencia al cambio, incidentes críticos, conflicto cognitivo y contrato didáctico, cuyo análisis se basó en las narrativas de los estudiantes, los esquemas y cuadros comparativos, las categorías de análisis y los criterios establecidos en los componentes de las secuencias:

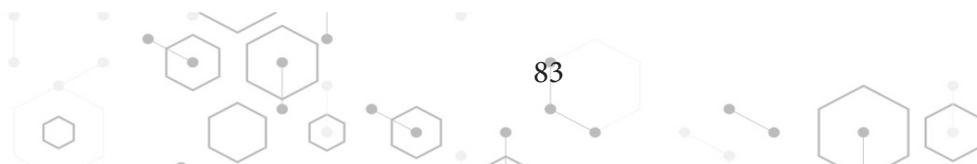
A) Intenciones formativas; B) Dispositivo de formación: Situación-problema, Actividades de aprendizaje, Evidencias de desempeño, Recursos de Apoyo, y C) Dispositivo de Evaluación (Marín et al., 2015).

De la misma forma, durante el análisis a profundidad del dispositivo B, el análisis de las situaciones problema en la intervención, se realiza de manera conjunta con el desempeño de las actividades de aprendizaje, ya que, en gran medida, se presentaban de forma simultánea.

A. Intenciones formativas

Al iniciar el proceso de intervención se realizó un ejercicio de reflexión profunda e introspectiva, durante el cual se planteó la intencionalidad de la asignatura de química, sus objetivos y metas, para definir cómo debería ser su enseñanza y sus cuatro premisas básicas: a) las competencias a desarrollar: básicas, profesionales y específicas, b) el programa de la materia, c) su ubicación en la malla curricular de la carrera y d) las características del entorno.

El proyecto se diseñó lo suficientemente robusto para alcanzar resultados en términos de "valor", considerando todas las situaciones previsibles en las secuencias y el diseño de docencia: tiempos, contenidos, clima del aula, aspecto evaluativo, flexibilidad para sortear problemas o ajustar los planteamientos y aprovechar los momentos de aprendizajes más profundos o significativos, cuando el desenvolvimiento del grupo y el clima del aula lo permitieran. Las cuatro premisas quedaron establecidas en la estructura de las intenciones formativas de las secuencias, y pueden observarse en la secuencia 2 de Carbohidratos:



Proporcionar al estudiante del área de salud los conocimientos básicos de los procesos químicos para que comprenda los mecanismos homeostáticos que le dan vida a la persona y la mantienen en equilibrio. De forma que se pueda identificar a los carbohidratos como bio-moléculas fundamentales y comprender su comportamiento en las vías del metabolismo, influencia y relaciones que le permiten al ser humano desarrollar sus funciones en forma armónica con su entorno interno y externo. Bajo una óptica que le hace posible al estudiante ubicar a la persona como su centro de atención desde la perspectiva bioquímica.

Mientras que en la secuencia 9 de Buffers y Electrolitos se definieron así:

Identificar los Electrolitos y los amortiguadores como los mecanismos bioquímicos para mantener el equilibrio ácido-básico del organismo a través de los diferentes buffers biológicos y su propiedad de ceder o aceptar. Buscando que se comprenda su rol en el equilibrio ácido-base ante situaciones de desajuste en estados de salud y enfermedad, de forma que se pueda actuar adecuadamente. Ubicando a la persona como su centro de atención a través la mirada bioquímica.

Las intenciones formativas dieron cuenta de su razón de ser al incluirse elementos para la adquisición de competencias y el objeto de formación, implícito en los componentes de las secuencias y del proyecto en general. De manera tal que se orienta hacia un contexto profesional; los testimonios estudiantiles muestran cómo las intenciones formativas abonaron al desarrollo de las competencias (V. cuadro 1 a través del código QR).

Las intenciones formativas se pudieron observar en tres dimensiones de las categorías de análisis: contexto de la situación-problema, integración de las evidencias y evaluación auténtica; así, se muestra qué instrumentos permearon en las competencias de la asignatura: solución de problemas, comunicación, trabajo en equipo, elementos conceptuales básicos, cultura de la salud, y nutrición y salud.



B1. Dispositivo de formación: las situaciones-problema

El diseño de las situaciones-problema y las preguntas detonadoras incluyó temas actuales y sobresalientes para obtener mayores niveles de participa-





ción y dominio; que los estudiantes percibieran la directa relación entre la escuela y su futuro quehacer profesional; así, determiné partir del análisis del currículo de la asignatura y sus objetivos, tratando de estimular los cuestionamientos, el debate y la búsqueda de soluciones, de manera especial al reflexionar e integrar saberes previos con nuevos.

También alenté el desarrollo de relaciones interpersonales, el trabajo en equipo y la exteriorización de los procesos de aprendizaje. Esto, en función de configurar atinadamente la situación-problema y posibilitar el aprendizaje de los discentes, tanto al ponderar la situación didáctica como al enfrentar el conflicto cognitivo; a nivel docente, ser capaz de generar una situación problema “a-didáctica”, retadora, motivante, alcanzable y en contexto, teniendo presente que no todos los estudiantes aprenden igual, la heterogeneidad de sus conocimientos previos y el constante afán de que adquirieran las competencias y estas fueran mostradas varias veces (Marín et al., 2015; Perrenoud, 2004; Roegiers, 2010; Zabala, 2000).

Se desarrollaron competencias de tres diferentes tipos:

- 1) De acción: que demandan conocimientos y son observadas en las actividades de aprendizaje.
- 2) De formulación: que implican análisis y respuesta, se presentan en las actividades expositivas, orales y escritas,
- 3) De validación: en las que se parte de la situación y su formulación y el análisis grupal evalúa la respuesta (Guzmán et al., 2014).

Dicho análisis partió del enfoque de su diseño y cómo se vivieron en el aula, es decir, al aplicar las actividades de aprendizaje.

Análisis del diseño de la situación-problema 4 —Carbohidratos-

Se retomó un tema muy importante en el quehacer del nutriólogo, la diabetes, patología en estrecha relación con el tema en estudio, enfrenta a los estudiantes a una de las principales problemáticas en México, pues aqueja a un alto porcentaje de población y, según la Federación Mexicana de Diabetes, A.C. (2019), es una de las principales razones por las que se acude a recibir atención nutricional. El contexto planteado es común, relevante y posee gran significación; el diseño de la situación-problema cierra con una reflexión sobre la utilidad de este aprendizaje concreto:

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, como ejemplo la glucosa, la principal fuente de energía y la molécula central del metabolismo general de los seres vivos aerobios. Dada su importancia, adquiere relevancia el conocerlos y poder comprender cómo contribuyen con el metabolismo del ser humano, ante las diferentes situaciones en la alimentación, el ayuno, el ejercicio, etc., sobre todo, su papel en una de las enfermedades más comunes en nuestro país: la diabetes, patología a la que un nutriólogo se enfrentará continuamente en su quehacer profesional. Siendo la parte medular de esta situación-problema, su solución da razón para el planteamiento de los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Qué relación guarda la glucosa con la insulina y el glucagón en la diabetes?
2. ¿Cuáles son las funciones de las Glucoproteínas y cuál es su utilidad en la respuesta inmune?
3. Identificación de carbohidratos en la naturaleza: La β Galactosidasa es una enzima que hidroliza los enlaces α 1-4. Un trisacárido desconocido es convertido por acción de esta enzima en maltosa y galactosa, de acuerdo con su estructura, ¿dónde lo podemos encontrar?
4. ¿Qué utilidad tendrá conocer sobre los carbohidratos en mi desempeño profesional?

Intervención y valoración de la situación-problema 4 —Carbohidratos—.

La intervención de la secuencia de Carbohidratos fue representativa de las primeras etapas y la resistencia al cambio de metodología. Los estudiantes, habituados a los métodos tradicionales, aceptaron en una primera instancia el contrato didáctico y la nueva metodología; evidentemente, fue muy atractivo el saber que no se aplicarían exámenes; sin embargo, desde el primer momento de la intervención se observó una completa resistencia a realizar las actividades, ya que debían analizar lecturas de temas o videos didácticos y después, con su tríada, dar respuesta a un cuestionamiento desde un enfoque sustentado o desarrollar actividades de aprendizaje entregables, acotadas en el tiempo.

Al no realizar las actividades previas e individuales, fue necesario abordarlas en el aula; mientras algunos estudiantes consideraron que ya dominaban el tema, pues lo habían visto en otra asignatura, dispuse media hora para socializar en tríadas/tétradas aspectos teóricos y presentar pequeños subtemas al grupo, antes del análisis de la situación problema; ningún equipo dominaba el subtema; no desarrollaron una presentación o





explicación escrita; se creó un ambiente de malestar, conflictos e incidentes críticos como: "Si leemos, obviamente no nos vamos a acordar de toda la información y nos da 15 minutos para decir todo bien, entonces, pues no podemos." o también: "Es que se está poniendo al tú por tú con nosotros, pero usted es la maestra y obviamente sabe más que nosotros y no podemos aprender un tema en tres días o sea de hoy [era viernes] para el martes, y yo no puedo, no somos profesionales de un tema."

En el cuaderno de notas se lee: *No se presenta el subtema desarrollado, sólo ideas vagas, algunas equivocadas. No se advierte dominio de los conceptos básicos y se presenta información superficial y muy poca profundidad en los contenidos.* Todos presentaron algunos conceptos que correspondían al primer subtema, no en el que tenían asignado, sin significatividad en aprendizajes. Se evidenció que no existía una cultura de estudio ni de trabajo en equipo. No se analizó la información recomendada, sólo alguna página de la web o blog. La diferencia entre lo planeado y lo realizado expuso una realidad muy alejada, independiente de todas las previsiones disponibles durante el diseño, ya que siempre existirán imprevistos, pues el contexto del momento en el aula, las características del grupo, la historia académica de los estudiantes, sus hábitos de estudio, su percepción de la asignatura, la resistencia al cambio y sus concepciones, hacen más evidentes las diferencias, provocando eventos de interacción o disgusto. La actividad consumió el tiempo de la clase.

El haber formado equipos rápidos, los integrantes no interactuaban y se observaban descoordinados, al conformar ellos mismos las tríadas, se dio una mayor integración y mejoraron las relaciones sociales, excepto una tríada que trabajaba de manera individual y dos con tendencia a retomar temas externos y juego.

Se concluía en la bitácora: *Ciertamente, habrá que replantear considerando lo vivido a detalle y analizar todas las posibilidades que se puedan presentar. ¿Qué más?, ¿qué más?*

Se evidenció, además, la gran distancia entre los esquemas planeados y las realidades en el aula, así como la necesidad de explicitar en detalle la nueva metodología y la seriedad de los compromisos establecidos en el contrato didáctico. Me situé, además, ante el imperativo de replantear la docencia. Revisar y ponderar los referentes (Zabala, 2000) acarrearón cambios que permitieron acotar el trabajo y ubicar las responsabilidades.

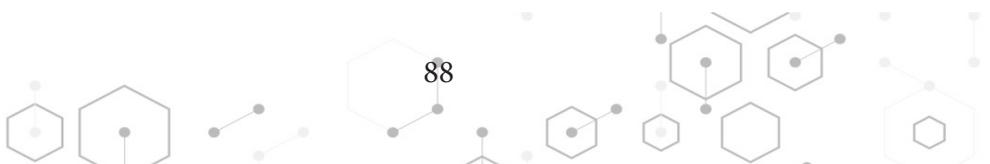


Realicé ajustes en la organización grupal y en los patrones de integración grupal, sobre todo en los contenidos actitudinales, la adecuada rotación de los roles de los actores previamente establecida y una explicación más detallada del contrato didáctico, de modo que fuera muy claro para todos, incluyendo los criterios de las rúbricas; se intercambié el orden de algunas actividades de aprendizaje y se negoció la principal solicitud, la clase magistral al final de tema, solicitud que acepté sólo para generar tranquilidad, tanto entre los estudiantes como en mí misma, debido al riesgo de malograr el proyecto. Enfatizo que se negoció y se admitió tal solicitud; se realizaría al final del tema, a sabiendas de que debe existir el compromiso de los estudiantes por aprender autónomamente, sin ayuda del profesor, y mi preocupación por cuidar esta regla (Brousseau, 2007; Guzmán et al., 2014).

A pesar de los cambios en las siguientes clases, algunos estudiantes no realizaban las actividades, habituados a la metodología bancaria; no lograban apropiarse por sí mismos de los conocimientos y buscaban el acompañamiento docente para visualizar las soluciones a la situación-problema, bajo el pretexto de la obligatoriedad de la profesora de “dar clase”, según manifestaron algunos de ellos. De momento la situación planteaba incertidumbre, ante la disyuntiva de conceder mayor acompañamiento, caer en la clase magistral o bien mantener el contrato didáctico aceptado de inicio en el contrato moral y responsabilizarse de su aprendizaje. Estos ajustes permanecerían hasta superar la curva de aprendizaje de la metodología, captar el interés de todos los discentes y crear en ellos conciencia de que estaban aprendiendo mediante nuevas formas y estrategias.

La programación de algunas actividades y la rotación de los roles de cada integrante mejoró el dinamismo de la clase; las intervenciones y responsabilidades involucraron a todos y se empezaron a observar mejoras a partir de la secuencia 5, cuando la resistencia al cambio se había aminorado. La innovación digital permitió un mayor control de la intervención, del portafolio de evidencias y las evaluaciones por la parte docente, además de la estandarización del trabajo de las tríadas, el aprovechamiento de la clase y el avance del curso.

Los conocimientos académicos que poseían abonaron a los resultados, pero la mayor contribución se debió al método de aprendizaje, pues





facilitó las bases para las competencias. Asimismo, resulta clave hacer un diagnóstico adecuado del grupo e inferir en las primeras sesiones el grado de interactividad que se podría presentar y adecuar el seguimiento del plan según las necesidades; por ello, durante cada sesión y después de esta, se analizaba los desempeños y el actuar de las partes, a detalle, para ajustar el estilo de docencia.

Análisis del diseño de la situación problema 8 —Agua—.

Esta secuencia destaca, pese a ser un tema muy común, porque fue el detonante del rompimiento de esquemas viejos y la apertura a la nueva metodología.

El primer cuestionamiento: “si el agua es el disolvente universal...” nombre común por sus propiedades bioquímicas, también se sabe que en ella se originó la vida y el cuestionamiento se cierra: “si la declaración fuese exacta, ¿podría haber surgido la vida?” La solución ante esta interrogante implica conocer las características y propiedades fisicoquímicas básicas del agua y retomar algunos conocimientos sencillos de temas previos.

Se trata de un problema de integración de saberes que se encuentra redactado de forma tal que al inicio pareciera ser un juicio contradictorio, aunque en realidad posee un juego de palabras capaz de crear un conflicto cognitivo que motiva a entenderlo, y su solución sólo requiere refrescar algunos razonamientos básicos y un momento introspectivo para integrar conocimientos.

Valoración de la intervención de la situación-problema 8 — Agua-- .

Esta situación-problema tuvo un papel primordial en el desarrollo de toda la investigación, pues detonó el conflicto cognitivo a nivel grupal; constituyó un parteaguas, y evidenció que su solución era asequible y que la distancia entre los saberes que poseían y los que faltaban era muy poca, reflexión lógica, a la luz de sus conocimientos previos y disponibles en los materiales de apoyo. La clase anterior se había revisado el contenido de la secuencia y repasado el plan. Se estableció un primer análisis del problema individualmente, desde una perspectiva de solución; ya en el aula, se efectuó la socialización breve en las tríadas, se continuó con un debate grupal y se cerró el tema con la explicación docente.

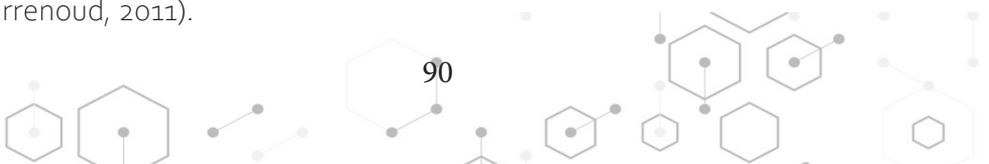
La videograbación y el diario de campo muestran el desempeño de las tríadas durante la socialización del problema: cuatro de las seis tríadas asumieron sus roles, interactuaron mientras dialogaban sobre el tema, utilizaron conceptos teóricos y ocasionalmente hacían preguntas de apoyo para orientar sus respuestas, las cuales eran respondidas por la docente. En tanto, las tríadas 1 y 6 iniciaron con una plática trivial y entre juegos; gradualmente empezaron la conversación sobre el tema y la consulta en la web, en busca de la solución; no se observaba entre sus integrantes una interacción colegiada en torno a la solución.

Pude observar que algunas tríadas buscaban mostrar que poseían conocimientos sobre el tema; para los más avanzados, fue el punto de quiebre que les permitió captar nuevas posibilidades de conocimiento mediante esta aparentemente básica situación-problema. Dio inicio el debate, con la triada 1, se observó que, si conocían la pregunta, respondieron utilizando algunos términos propios del tema, pero no suficientes para lograr la respuesta. En apoyo, otra triada dio una respuesta que se acercaba más, su explicación denotaba cierto estudio del tema, pero no la solución (V. cuadro 2, a través del código QR); de nuevo la triada 1, repitió su respuesta y aceptó que no conocía la respuesta.



El grupo a la expectativa, las tríadas no alcanzaron a concretar; algunas respuestas podían parecer lógicas, de conceptos poco profundos o de un análisis no enfocado en la situación; los conceptos se mezclaban de manera confusa y se utilizaban fundamentos incorrectos o no pertinentes; las respuestas eran guiadas por sus propias concepciones.

El silencio era desconcertante, como docente, retomé los principios de la investigación-acción y traté de aprovechar ese instante de incertidumbre y coyuntura para generar el mejor resultado. Era imprescindible el apoyo docente, mas no para aportar la solución, sino para buscar que los estudiantes llegaran por sí mismos, basados en sus propias nociones y en su razonamiento espontáneo. Se hacía necesario que replantearan el problema, visualizándolo de forma diferente, que revisaran sus propias palabras y las entrelazaran de manera correcta mediante un atento y profundo análisis, de carácter introspectivo (Guzmán et al., 2014), pues la mayor parte de los conocimientos en ciencias son contrarios a la intuición y exigen saberes teóricos para llegar a un juicio certero o al dominio de una competencia (Perrenoud, 2011).





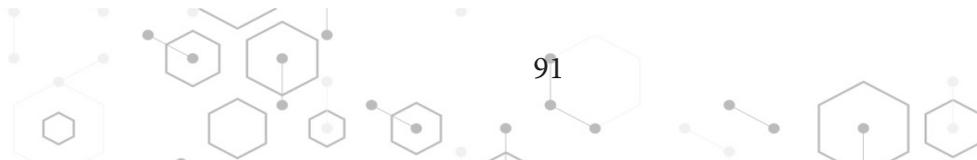
Finalmente, un estudiante (05mP), quizá el más analítico, aunque un poco dudoso, pidió la palabra para expresar su razonamiento sobre la situación-problema (V. Cuadro 3, accesible con QR).

La solución correcta en voz de uno de los estudiantes, haciendo uso de un fundamento teórico de forma distinta y resultado del razonamiento introspectivo profundo llegó a la solución del problema y al ver que era correcta se motivó a reforzar su teoría y explicar a todo el grupo. Al instante y a nivel grupal, diferentes estudiantes: 04mP, 02mP, 07mP, 20fP, entre otros, rompiendo barreras, se deslizaban hacia nuevos aprendizajes, apoyados también en alguna pregunta sencilla o alguna aseveración dudosa pero correcta que integrara sus conocimientos, todas eran diferentes, según el eslabón que buscaban unir en sus concepciones, pero relacionándolo con aquello que ahora sabían, que era correcto y que constituía su ancla, llegando a conclusiones por ellos mismos (Zabala, 2000).

El primer cuestionamiento surge de una afirmación que describe el agua y ubica al lector en un concepto trivial, de ahí que las interrogantes surjan: ¿Lo hace? ¿Cómo lo hace? ¿Por qué este adjetivo? Todas estas, preguntas cuya base son conceptos teóricos a estudiar. Su formulación invita a reflexionar y analizar el planteo introspectivamente, pues la lógica inicial parecería contradictoria, provoca el conflicto cognitivo detonante de aprendizajes a través del pensamiento crítico, que se hicieron evidentes. Las entregas incluyeron la reflexión y análisis conceptuales básicos al enfrentarse a la situación-problema desde diferentes ópticas. Al final, evidenciar en el trabajo grupal y llegar a soluciones colaborativas.

Cada estudiante aprende de manera diferente, de acuerdo con sus propias capacidades y conocimientos previos. Un estudiante (08mP) miembro de la tríada que menos intervenía, ahora participó y habló con seguridad; y alguna otra estudiante (03fP) explicó al grupo por qué el hielo se expande a temperaturas inferiores a 4°C; y otro más (12mP), complementó la explicación.

Como docente, una profunda y rápida “reflexión introspectiva” me condujo a una “transposición didáctica en acción” in situ, para favorecer su evolución y acercarlos a los aprendizajes; algunos estudiantes sólo reque-

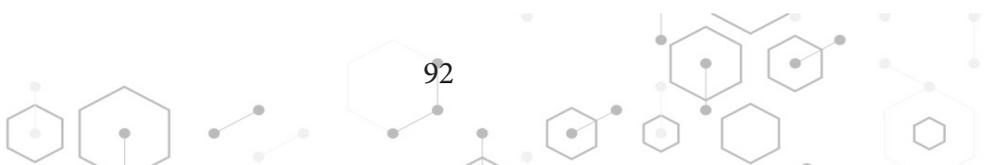


rían confianza en sí mismos; a otros, el conflicto cognitivo los llevó a hacer conciencia de la necesidad de trabajar un poco más, pero a sabiendas de que el estudio y el razonamiento son indispensables, pero también natural o sencillo. Esta vivencia en sí misma, a nivel docente en el aula y a posteriori, durante su abstracción, marcó la pauta de cómo debería encaminarse la labor docente en correspondencia con las características particulares de los estudiantes y del momento; un logro importante en el desarrollo de las competencias estudiantiles y docentes, en términos de efecto y valor (Guzmán et al., 2014; Elliott, 1996; López-Frías, 2013; Perrenoud, 2004).

A partir de esta secuencia, se observó la integración al interior de las tríadas y entre ellas para realizar trabajo colaborativo y colegiado; dicha integración se originó de forma natural e independiente a las actividades diseñadas. Las aportaciones denotaban el estudio previo de los temas y la elevación de la autoestima que proporciona la confianza de los saberes que adquirirían y de su sentido común. Fueron evidentes los aprendizajes previos y la necesidad de los nuevos, para resolver una situación sencilla y práctica, pero que requería de un análisis introspectivo y bien fundamentado, fue el momento en que todos hicieron conciencia de la importancia de dominar los esquemas conceptuales y analizar el problema, tomándolos como base. Los conocimientos previos dieron la pauta en su desarrollo (Bussey et al., 2013 y Prat et al., 2018).

Aunado a lo anterior, otro hallazgo en esta secuencia fue al final, cumpliendo con la última actividad, di la explicación conceptual, en clase magistral, del tema. Para todos, los conceptos sonaban repetitivos, aburridos e inútiles, pues ya se había comprendido el tema y se había aclarado las dudas. Evidencia de ello es lo plasmado en el diario de campo: *Lo vivido hoy, condujo a los estudiantes a lograr los aprendizajes de la secuencia, ya que durante la clase magistral fue evidente que estos ya se dominaban, los estudiantes más inquietos se distrajerón, empezaron a entrar y salir del salón y a platicar o utilizar el celular y todas las preguntas que planteaba teóricas o de aplicación las respondieron correctamente, yo misma sentía mi voz cansona y sobre todo repetitiva, a pesar de utilizar otras palabras y ejemplos, la esencia del tema se había estudiado y comprendido, el tema estaba agotado.*

Gradualmente, en las siguientes secuencias mejoró la organización





y los segmentos de interactividad; prevaleció un ambiente de cordialidad, colaboración y apoyo; se hizo común el trabajo colaborativo, que permitió explorar las interacciones en equipos pequeños y a nivel grupal; se observó el desarrollo de los aprendizajes, el rendimiento del grupo y la motivación intrínseca por el estudio, pese a que al inicio algunos no se conocían. El diálogo y la negociación favorecieron las relaciones sociales y se llegó a un ambiente de confianza y apertura.

Análisis del diseño de la situación-problema 10 —Buffers y electrolitos—

Se retomaron los sistemas biológicos ácido-base o mecanismos compensatorios del organismo humano; para ubicar al estudiante en contextos de salud, al analizar bioquímicamente el actuar del organismo cuando compensa los desajustes ácido-base, tanto en salud como en enfermedad, desde ejemplos totalmente cotidianos, casi lúdicos pero reales y que permitieron abordar el tema de forma organizada y progresiva.

Las preguntas detonadoras en la secuencia Buffers y Electrolitos buscaron desarrollar las competencias mediante las preguntas detonadoras:

- ¿Cómo actúa el organismo humano ante un desequilibrio ácido-básico y como se recupera?
- Los ácidos guardan una relación con la actividad física. ¿Cómo explica en qué consiste su relación y cuál es el papel del ácido láctico?
- Un tratamiento frecuentemente recomendado para el hipo es aguantar la respiración. La condición resultante es la hipoventilación. ¿Qué provoca? Y ¿cuál es su efecto en el pH de la sangre?
- En el punto de neutralización del ácido acético se dice que esencialmente todo el ácido acético se ha convertido en acetato ¿Por qué no se dice que todo se ha convertido?
- El estudio de los electrolitos y los buffers posee gran utilidad y aplicación en el ámbito de la salud. ¿Cómo sustento esta afirmación?

Además, demostrar los conocimientos teóricos y a su luz aplicar la lógica, para demostrar su comprensión, y en sus entregas evidenciar los desempeños.

El diseño de docencia incluyó el análisis previo de lectura comprensiva y la captación de un video didáctico sobre el equilibrio ácido-base ce-

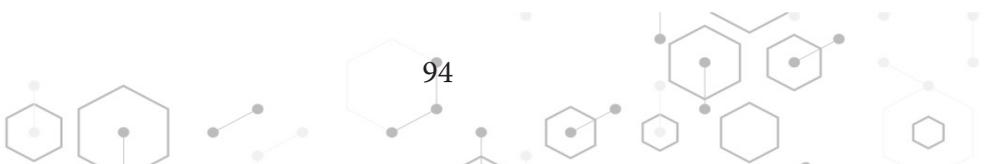


lular, luego la socialización breve en tríadas. Su postura la defenderían en mesa redonda, para llegar a una solución grupal a través del diálogo y el trabajo colaborativo, de manera que se unificaran conceptos y criterios; al cierre, la explicación conceptual del tema.

Intervención de la situación-problema 10 —Buffers y electrolitos—.

Ya superado el conflicto cognitivo, la secuencia 10 representó muchos de los logros alcanzados; en primer lugar, las competencias, actitudinales, procedimentales y conceptuales, que se desarrollaban de forma muy rápida y en un grado mayor al planeado. En el diario de campo se lee: *Fue como si todo el tiempo anterior a esta secuencia se hubiera sembrado una semilla y no germinara, y después de un tiempo largo, hoy se vieran los frutos de forma repentina, con base en sus propias concepciones, que se habían venido gestando durante todo este tiempo...*

La socialización en las tríadas presentó cambios, especialmente en las actitudes de sus integrantes y en la organización; casi de inmediato iniciaron el diálogo, enfocados en el tema, lo cual mejoró el empleo del espacio-tiempo; también las relaciones sociales de las tríadas se reorganizaron, de manera que no hubo más tramos de distracción y las interacciones se centraron en la investigación conceptual, en una mejor interpretación de los conceptos y la búsqueda de soluciones de manera general; las dudas eran sobre cómo habría de interpretar algo y trabajaban de forma colaborativa en la búsqueda de un análisis más crítico y complejo de los problemas; tal era la dinámica, trabajo colaborativo, ayudas docentes relaciones sociales, integración de saberes y pensamiento crítico, con excepción de las tríadas 1 y 5, que no interactuaban de forma tan abierta, sino que daban lectura al tema y comentaban sólo algunos conceptos entre ellos o cuando eran interpelados. Un estudiante marcaba la pauta; gradualmente, otros empiezan a participar de forma acertada y él los apoyaba, aclaraba algún detalle o daba la explicación completa, de manera que se llegó a crear una sinergia donde todas las tríadas daban su punto de vista; 05mP y 12mP enfocaban o concluían las ideas de los demás, muchos sólo requerían integrar algún conocimiento previo y enfocarlo. Las ayudas docentes (Brousseau, 2007; Perrenoud, 2004 y Zabala, 2000) se concretaban a puntos aclaratorios de la





situación-problema, a moderar y motivar la participación de las tríadas menos activas y buscar que alcanzaran los aprendizajes de las más adelantadas, direccionar el sentido de la clase o enriquecer con más ejemplos, pues la dinámica de la clase lo hacía necesario.

Respecto al avance homogéneo del grupo, un estudiante explicaba ampliamente los efectos de niveles altos de ácido láctico en músculos, provocan falta de movimiento e intentaba que otras triadas participaran, el grupo escuchaba atento; apoyé estimulando el diálogo con algunas preguntas de apoyo que fueron útiles para moldear su explicación (V. Cuadro 4, a través del código QR).

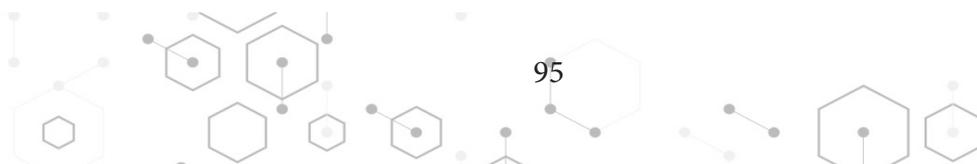


Estas vivencias del trabajo colaborativo sucedían en un ambiente de confianza, pues se creaba una sinergia grupal de apertura al externar sus dudas y razonamientos, donde ellos mismos también proporcionaron ayudas “docentes” y donde todo el grupo permanecía atento al dialogo; en una dinámica en la que yo sólo tuve el papel de observadora y moderadora, direccionando las intervenciones o enfocándolas. Se evidenció el nuevo rol docente y la forma en que los disidentes adquieren conocimientos ya fuera por ellos mismos o entre pares Terminado el diálogo, en mi papel como docente y buscaba motivar al resto del grupo en los razonamientos y la participación, retomando ejemplos adicionales, como: “Cuando nos venimos a la escuela sin desayunar, ¿en qué estado ácido-base entramos? ¿Qué buscará hacer el organismo?”

Al momento de la presentación magistral, los estudiantes pedían o proponían más ejemplos como: ¿Qué sucede cuando subimos corriendo al tercer piso? o ¿Qué sucede si además de que no desayunamos, no hemos comido y son las cuatro de la tarde?; u otros ejemplos más serios, como el equilibrio en una persona diabética cuando ayuna. Era un reto responder primero; la mayoría del grupo buscaba intervenir, incluso algún ejemplo fue tan improvisado que tenía un error y un estudiante (12mP) lo detectó y lo aclaró, era parte del dinamismo de la trasposición didáctica en acción y del reto tomado, con ello la demanda de clase perdió importancia.

Valoración de la intervención, la situación-problema 11 —Acción hormonal—.

El análisis de esta última situación-problema buscó enfatizar el desempeño del grupo en la construcción de las competencias; era evidente el estudio



previo de los temas y su mayor profundidad; el nivel de sus intervenciones o dudas era más elevado, incluso llegaron a explicar cuestionamientos no contenidos en las situaciones-problema, pero que enriquecían el aprendizaje, como se aprecia en sus diálogos:

- Los receptores hormonales son como los ojos y oídos para las hormonas, estos llegan junto con la hormona y dice el receptor de la célula blanco: ¡Oye, ya llegué y ahí viene el compa (la hormona), pues ábrete para que pase la sustancia... Entonces voy a poner de ejemplo la insulina, porque yo creo que es más fácil y común que llegue la insulina, el receptor frente a la célula y le dice: No, pues va a entrar la glucosa ¡abre paso! va a entrar la glucosa, y entonces (cuando ya entró) la hormona misma le dice "vuélvete a cerrar..." y luego ya dentro de la célula "¡para que la fosforiles!!, nuevamente le vuelve a decir "ya vuélvete a abrir para que se ensamble ese grupo y pueda ser utilizado por el organismo". Y pues así sirven los receptores, son más como para avisar y se sepa a donde llegar y que la célula pueda hacer su función.

Refiriéndose a otras hormonas:

... también se encuentran en células neuronales, son tres...esta es la encargada más bien que haya calcio en los huesos, principalmente... Ah se me olvidó...cómo se llama, es cuando el hueso se empieza a dañar... No me acuerdo bien, empieza con R, más bien afecta a los niños y sus huesos no se alcanzan a desarrollar, sobre todo el tórax.

No me acuerdo bien, pero lo que provocaba es que el hueso se dañara, pudiera ser una descalcificación...

¿Me permite sacar el celular nomás para acordarme del nombre...?

Su verborrea, sencilla pero amplia, propia entre pares, a través de palabras comunes que facilitaban su entendimiento, al construir conocimientos propios y usando analogías útiles al conceptualizar procesos abstractos, congruente (Orgill et al., 2015).

Se evidenciaba el trabajo en las tríadas y entre tríadas, desde la disposición de los pupitres; formando grupos colegiados, resolviendo dudas o consensando fundamentos y soluciones. Incluso las tríadas que tardaban un poco más, se veían enfocadas, se pudiera decir que continuaban la dinámica que venían desarrollando desde horas atrás en la biblioteca. En cada tríada apareció un líder natural, independientemente de los roles que les tocara asumir; el trabajo a realizar se socializaba entre los líderes de varias tríadas y posteriormente regresaban a su posición y compartían con sus compañeros, con la seguridad que da el dominio del tema y el ambiente de confianza:





Al igual que las últimas secuencias, los estudiantes buscaban de forma autodidacta más aplicaciones del tema en estudio y las resolvían, llegando a exceder los resultados esperados, pues pese a que el tiempo de clase terminaba, no abandonaban el salón y las aportaciones proseguían; enriqueciendo más el tema y el aprendizaje, fuera del tiempo áulico formal, mostrando los aprendizajes logrados (Caamaño, 2011). Se reflejó la mejora de las relaciones sociales, la participación abierta, el grado de regulación y la integración de los saberes al contexto; pudiendo considerar que la mayoría alcanzó niveles de “efecto” (en términos de Steele, 1989), demostraban la adquisición de las competencias y ser conscientes de la responsabilidad que conlleva el ejercerlas; algunos estudiantes mostraron un “nivel de valor”, que trasciende el ámbito personal y que incluye competencias de todo tipo (Guzmán et al., 2016; Roegiers, 2007).

B2. Dispositivo de formación: Desempeño de actividades de aprendizaje

El diseño de las actividades de aprendizaje, su cantidad y tipo, el tiempo empleado, dentro o fuera de clase, el trabajo individual, tríadas o grupal, y el momento de aplicarlo, son cruciales para el aprendizaje. Además, deviene en un material rico en hallazgos, en tanto que configura categorías de análisis a nivel investigativo que permiten analizar el desempeño a la luz de sus criterios: diseño, organización del grupo, niveles y tipos de dominio a observar, ayudas docentes, patrones de integración, contrato didáctico y devolución. En la búsqueda constante de que se retomen los contenidos, las veces necesarias para su dominio y que este sea evidenciado, cuidando la relación directa entre las secuencias y su aplicación (Zabala (2000). Sin perder de vista la heterogeneidad del grupo, la diversidad de habilidades, capacidades, historial educativo, etc., pues tales factores hacen a cada estudiante diferente, lo llevan a su momento de conflicto cognitivo y a la posterior conciencia de sus capacidades; a que aprenda a aprender y a darse cuenta de lo que sabe y lo que no. Todo esto, sin perder de vista el carácter evaluativo auténtico, centrado en la formación más que en los resultados.

Las actividades de aprendizaje se encauzaron en el plan y su desempeño. Incluyeron previamente la reflexión de la situación-problema y



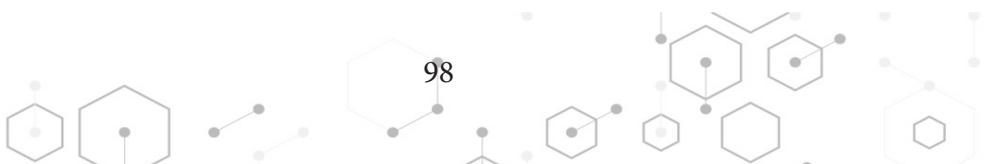
una solución tentativa, de modo que al socializarse contarían con un referente, la creación de hipótesis personales y el apoyo al defender su postura; también el análisis de un video didáctico relacionado con el tema, como herramienta visual al servicio de la reflexión en la aplicación cotidiana o ámbito profesional. La tríada debía consensar las posibles soluciones, tomar una postura en conjunto para asumir en la plenaria grupal.

De forma adicional, estas actividades motivaron la progresión de saberes desde diferentes perspectivas; en las primeras secuencias no socializaban los problemas, buscaban resolver el problema sin un referente o mediante consulta de páginas web no recomendadas, lo que ocasionaba un dominio no profundo o confusión.

Las preguntas guía se estructuraban y dirigían de forma que las soluciones emanaran de sus propias intervenciones, en algunas ocasiones integrando o rescatando ideas importantes o bien creando un conflicto cognitivo que favoreciera los aprendizajes sin la aportación docente de las respuestas y a través de trabajo autorreflexivo en acción y la estructuración de estrategias y su aplicación al momento de la intervención, tal como lo postula Elliott (1996) y Zabala (2000), con base en una pedagogía reflexiva en acción.

Las acciones de mejora, como el acceso a todos los materiales, la explicación amplia y detallada de cualquier mínima duda de la secuencia, para que no quedara ninguna duda, evasivas o rodeos; así se fue logrando un mayor compromiso y “disposición” para los aprendizajes, ya que la cantidad de conocimientos no es lo único determinante, interviene la disposición, la capacidad cognitiva, el equilibrio personal, las relaciones interpersonales y de inserción social, todo lo cual fue muy evidente, sobre todo en las tríadas con mayor resistencia al cambio (Zabala, 2000); conocer a detalle la situación-problema y las actividades a desarrollar, con la clase magistral asegurada, todas sus demandas cubiertas, llegó el momento de hacer conciencia, se debía conocer sobre el tema para resolver el problema.

Gradualmente, algunos estudiantes empezaron a realizar las actividades previas; se integraron otros más y el cambio se empezó a evidenciar a partir de la secuencia 7; las actividades previas ayudaron a conocer conceptos y de ahí a analizar y comprender la situación-problema, mostrando el ritmo de aprendizaje y el proceso de maduración en sus entregas.





Las actividades de aprendizaje en la secuencia Agua fueron significativas para todo el grupo, ya que las vivencias en la actividad grupal constituyeron el parteaguas o el cambio de paradigmas, el punto de quiebre al hacer conciencia de que podían, seguido de una intensa actividad mental no forzada, sólo analizar el problema e integrarlo con los conocimientos que ya poseían. Para quienes aún no habían empezado a realizar actividades previas, fue un conflicto mayor tocar fondo y admitir “no saber” y constatar que no es posible solucionar en un contexto profesional sin poseer conocimientos básicos. La última actividad era la *clase magistral*, repetitiva, los mismos conceptos que se habían estudiado y comprendido y poco a poco, se perdió el interés en ella.

La evolución hacia la nueva metodología daba inicio, al comprender conceptos de manera lógico-analítica, quizás algunas preguntas para integrar o confirmar sus razonamientos y tener más seguridad; el comprender sus mecanismos los motivaba a explicarse lo siguiente, descubrían saberes, la mayoría de actividades las realizaban entre pares, estableciendo relaciones significativas, donde unos aprendizajes fueron anclas de otros. Fue acercarse a los conocimientos, adquirir la seguridad y detonar logros, según lo sostiene Perrenoud (2011): “es necesario llegar varias veces hasta el umbral de una puerta antes de atreverse a entrar”, un inicio requiere de entrenamiento o ejercitación para lograr un resultado más seguro o eficaz. Al cierre, los estudiantes eran plenamente conscientes de la importancia de los aprendizajes y su utilidad para el ejercicio de la carrera con expresiones como:

- “O sea, podemos identificar qué es un problema hormonal... para empezar de ahí”.
- “Tenemos que tener un conocimiento de las hormonas para saber qué parte del cuerpo se puede afectar.”
- “Nos ayuda a conocer cómo funciona y luego saber qué está pasando, como por ejemplo la enfermedad de Adison, pues provoca una pérdida de peso y eso pues nos involucra mucho. Es importante para nosotros los nutriólogos saber cómo tratarlo, al igual que la diabetes o alguna enfermedad que tenga que ver con los niveles y cómo influyen en el metabolismo, para saber cómo tratar esas enfermedades porque para eso... saber tratarlas.”



A nivel docente, permitió improvisar en acción y que no se perdiera la oportunidad que ofrecía el conflicto cognitivo, para el acercamiento de los estudiantes a una dimensión distinta de la asignatura, pues al comprender los contenidos, muchos estudiantes se abrieron al diálogo, incluso quienes no realizaban actividades previas adecuadamente, y en un momento se motivaban a participar en la nueva dinámica de la clase.

B3. Dispositivo de formación: Evidencias de desempeño

Las evidencias deben ser diseñadas en correspondencia con las competencias que se busca adquirir y las demostraciones que se realizarán para probar y evaluar el nivel alcanzado (Tobón, 2012). A partir de tal premisa se hizo el diseño de las competencias; se determinó que cada evidencia fuera acorde con la competencia a mostrar, ya fuera de producto, desempeño o de conocimiento, lo cual incluyó el portafolio. Las evidencias de desempeño, observadas durante la intervención o durante la entrevista; y las de conocimiento, al observar el manejo de los saberes y las actitudes. Por esto fue primordial ubicar el contexto y alinear las actividades de aprendizaje con las evidencias de desempeño, para que se exhibieran las competencias en sus diferentes formas y criterios.

Las tareas complejas incluyeron instrumentos y técnicas evaluativas como diagramas de síntesis, mapas conceptuales y mentales, cuadros sinópticos y el portafolio de evidencias, además de algunas actividades adicionales para enfatizar logro de competencias, como plantea el M-DECA en consonancia con Ahumada (2005).

La observación de la evolución de las secuencias didácticas, desde, su conceptualización y su desempeño en diferentes exhibiciones, hicieron evidente la movilización de recursos cognitivos en la solución del problema. El portafolio de evidencias permitió la evolución de la evaluación tradicional hacia una más integral y reflexiva, es decir, auténtica, por lo que fue un momento significativo de desarrollo de estudiantes y docente (Guzmán et al., 2014). En el aula, fueron una herramienta de observación muy importante, durante la reflexión del progreso; y las actividades en el portafolio, que dieron cuenta de una formación integral y reflexiva, expresada en los desempeños. Mientras, en la dimensión docente, desarrollar las evidencias de desempeño,





tuvo dos propósitos: la evaluación de la construcción de las secuencias y de su desempeño al aplicarlas, al observar cómo permeaban en las competencias durante la adquisición de saberes y desarrollo del pensamiento crítico.

De acuerdo a lo anterior, se observó, en los resultados de la intervención, la distancia entre lo planeado y lo real, observando también eventos relevantes que dieron forma al desarrollo de competencias no básicas, sino transversales, como la "confianza en sí mismo" y así se abrió la posibilidad para que todos los estudiantes hicieran conciencia que lo conceptual proporcionaba elementos de análisis a través de un razonamiento sencillo al alcance de todos.

Como sucedió en la última secuencia, donde demostraron un estudio previo profundo, tuvieron un nivel de intervenciones o dudas más elevado y llegaron a explicar cuestionamientos no contenidos en la situación-problema, integraron conocimientos de otras asignaturas, incluyendo otros de preparatoria. Desplegaron el trabajo colegiado de las tríadas y entre tríadas, unidas en grupos colegiados para explicarse unos a otros o consensar fundamentos, planteamientos y soluciones. Incluso las tríadas que tardaban un poco más, ahora, ya enfocadas, continuaban la dinámica que venían desarrollando desde horas atrás en la biblioteca. Debo mencionar que a la última secuencia los estudiantes llegaron con ejemplos adicionales a la clase.

De manera que, ante una pregunta, otro estudiante se apresura a tomar la palabra, en un ejercicio de iniciativa responder basado en su razonamiento y alentaba a todos a dar su punto de vista, los más avanzados enfocaban, explicaban y concluían las ideas de los demás. Las ayudas docentes, desplazadas; solo escasos puntos aclaratorios de la situación-problema, a direccionar y observar el sentido de las intervenciones, a moderar, a motivar la participación o proporcionar ejemplos, que constituían retos para ellos, finalmente la clase magistral fue desplazada. Ante tal dinamismo áulico se vio cumplido el plan pedagógico trazado (Brousseau, 2007; Perrenoud, 2004 y Zabala, 2000).

Integraron saberes de temas previos de este curso y de cursos anteriores, de acuerdo con una sucesión de aprendizajes, conocimientos previos que encajaban con los actuales y possibilitaban concretar el análisis y la explicación de los fenómenos (Cooper et al., 2012). Fue un logro grupal,



todos buscaban algo extra que aportar para enriquecer el tema o simplemente tomar la palabra con algún comentario, mostrando entendimiento y disposición a seguir los diálogos; era demostrarse a sí mismos que comprendían. Se les observaba seguros de sus capacidades y satisfechos, ya que el pensamiento analítico y la integración de conocimientos eran profundos y abundantes, se creó un ambiente de participación sana, donde el reto prácticamente fue que se les pusieran más ejemplos en contexto para interpretarlos.

Al realizar las actividades previas a clase (actividad autodidacta entre triadas), adoptaron hábitos de la lectura, estudio y diálogo colaborativo; esta actividad tomó fuerza, analizaban el tema y consensaban soluciones, evidenciado profundidad en sus intervenciones; los observé alentados por el giro de la clase, buscando el apoyo colegiado para comprender, analizar y obtener respuestas con el deseo de llegar preparados a la clase (Azorín, 2018). Fue evidente que se había trabajado en el *habitus*, independientemente de sus características particulares, diversos esquemas de pensamiento y el conflicto psicológico que implica el cambio de rutinas y los beneficios racionales de los nuevos esquemas (Perrenoud, 2011).

Las triadas, se caracterizaron por algún modo distintivo de actuar: las triadas 2, 3 y 4 se unieron para trabajar en conjunto, integrando el segmento más maduro y que logró niveles de desarrollo mayores; la triada 5, cuyos miembros trabajaron por separado, su nivel de desempeño fue muy bueno, aunque ligeramente menor que las 2, 3 y 4; y las triadas 1 y 6, que si bien alcanzaron niveles de desarrollo menores, llegaron a definir líderes y en las últimas secuencias sus integrantes se mostraron motivados e interesados en las situaciones-problema, en cómo llegar a solucionarlas, participaban de manera abierta en la clase, evidenciaron que tanto su conflicto cognitivo como su dilema de desarrollo emocional fueron posteriores respecto a las demás triadas. Este brete o desajuste devela que es preciso pasar por momentos de incertidumbre o alcanzar cierta madurez para llegar a ser más receptivo y abierto a los cambios (Elliot, 1996). En el caso de las triadas 1 y 6, pese a su menor nivel de avance, sí lograron al final incorporarse al proceso de aprendizaje, introducirse en su dinámica, por lo que sólo sería necesario un poco más de tiempo para que alcancen niveles de desarrollo semejantes al resto del grupo. Tal disparidad demuestra que hay dis-



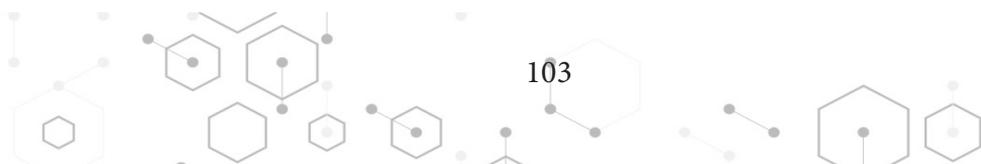
tintas formas de progresión, con características también diferentes (Grove y Bretz, 2012; Galloway y Bretz, 2015a).

Su desempeño permitió identificar cuatro tipos de estudiantes: 1) los líderes naturales de cada equipo, quienes alcanzaron niveles en términos de valor, 2) la mayoría de los integrantes de sus tríadas, que alcanzaron niveles altos de desarrollo, 3) un tercer grupo, menos participativo, que buscaba solucionar el problema y sólo trabajaban en el aula, contaban con algunos conocimientos previos y buscaban una solución improvisada, y 4) el grupo minoritario, quienes no poseían conocimientos previos y su participación en clase no era adecuada.

Estos resultados en los perfiles grupales remiten a diversos estudios (Grove y Bretz, 2012) que caracterizaron los niveles del desarrollo en el aprendizaje significativo de Química, en cuatro categorías: a) aprendices significativos, b) aprendices transicionales, c) aprendices inconscientes y d) los indiferentes. En la caracterización de Grove y Bretz, los cuatro significantes remiten al desarrollo competencial adquirido: en el inciso a, se ubica a quienes utilizan estrategias de metacognición; en el b, a quienes están adoptándolas; y los otros dos grupos (c y d) utilizan diversas estrategias, como la percepción de la relevancia.

Por su parte, Overton et al. (2013) definen tres perfiles grupales: a) expertos, b) novatos y c) transicionales; y además tres enfoques: i) positivo, analizan científicamente el problema, hacen estimaciones lógicas, manejan los datos y evalúan soluciones, iii) negativo, no utilizan enfoque científico, no verbalizan adecuadamente sus pensamientos y no evalúan soluciones; mientras que un segundo grupo, ii) intermedio, busca resolver el problema y no necesariamente sigue el enfoque científico con base en algoritmos, pero busca llegar al nivel de experto, lo cual ya es un logro, se tardarán un poco más, pero ya están en ese proceso.

Sin embargo, señala Bussey et. al. (2013), que diversos factores personales como la historia académica, habilidades o sus concepciones personales, además de algún comportamiento en un momento específico como prestar atención o lo motivante de un tema, favorece las variaciones al analizar un fenómeno de diferente forma y complementarse, lo que representa una ventaja en el aprendizaje colaborativo en temas relacionados con química.

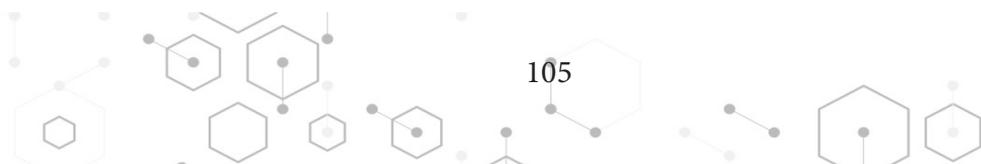


Plan, práctica y experiencia en perspectiva

En el análisis del plan en la práctica educativa y la valoración de la experiencia, he revisado y sometido a reflexión profunda sus logros. Según el M-DECA, esta fase corresponde a la “coproducción” e incluye los hallazgos: la evaluación del proceso y el análisis de la experiencia vivida a través de las auto y coevaluaciones estudiantiles, el informe final y la diseminación de los productos obtenidos en este estudio (Elliott, 1996; Kemmis y McTaggart, 1988; Guzmán et al., 2014).

Esta fase de reflexión y valoración se realizó conforme a los fundamentos de la evaluación auténtica, la cual considera los desempeños en situación de integración desde las perspectivas de formación, complejidad y enfoque por competencias, mediante instrumentos y criterios evaluativos más profundos y efectivos que una prueba tradicional. Dichos instrumentos permiten entender cómo sucedió el desempeño, en la medida en que evidencian procesos metacognitivos, como la disposición para elaborar constructos, el análisis de la información, la comprensión científica y el enfoque lógico y pragmático, que reflejan de forma clara y real el nivel de desarrollo de las competencias.

La evaluación auténtica por competencias analiza la formación de los estudiantes y su desempeño desde un nivel de logro; mediante la observación sistemática y ponderada de las evidencias; esas evidencias que se generan en diversos momentos del proceso formativo: ya sea ante la situación-problema; ya en el actuar y en la producción/ejecución de tareas; ya en el entendimiento en un contexto concreto, ya en la repetición exhibida; todos estos elementos permiten comparar, reflexionar e inferir cómo se ha inteligido y ha sido resuelta la situación problematizada, qué recursos (cognitivos, actitudinales, analíticos, introspectivos, etc.) se desplegaron para solventar la situación (Guzmán et al., 2014).



En cuanto a los resultados, constituyen las variables cualitativas del estudio y de la valoración final. Los instrumentos de evaluación y sus elementos metodológico-conceptuales privilegian el análisis de las formas de actuar in situ y los dominios, muy cercanos a la realidad, mediante los criterios de evaluación en las cuatro rúbricas:

- a) evaluación de las actividades de aprendizaje,
- b) evaluación de la metodología,
- c) autoevaluación y coevaluación de los conocimientos adquiridos,
- d) evaluación del portafolio de evidencias y
- e) componente de innovación digital, una quinta rúbrica adicional incorporada durante la intervención.

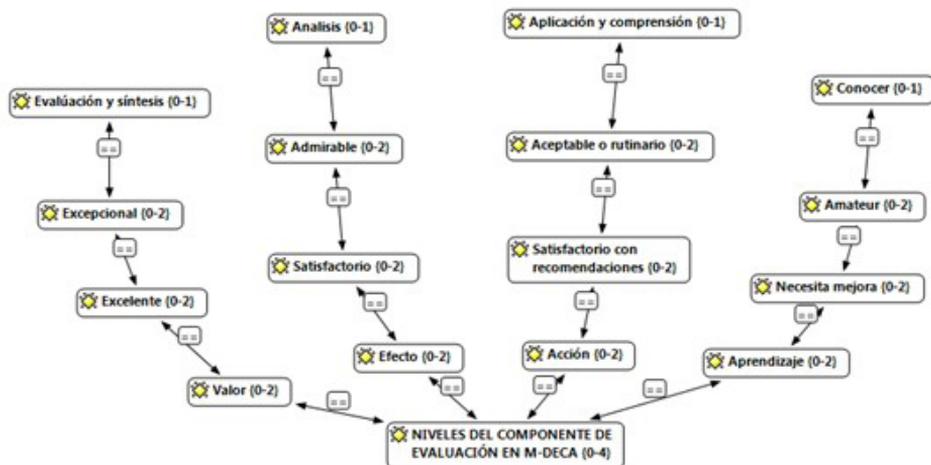
En conjunto con los cuatro criterios de desempeño, permiten la evaluación reflexiva, puesto que conforman un momento de aprendizaje mediante la introspección profunda sobre las destrezas y los conocimientos logrados. Ese acto introspectivo refleja de forma precisa las competencias adquiridas y evidenciadas (de hecho, él mismo conlleva una competencia que se hace evidente) desde los criterios de nivel de reflexión, logro de aprendizajes, análisis de las evidencias, el portafolio y las entregas y demostraciones en el salón de clase (Guzmán et al., 2016; Ortega, 2011; Overton et al., 2013).

Los criterios de desempeño evidencian el nivel alcanzado, con base en sus descriptores, (V. figura 5) y posibilitan su interpretación y comprensión (Kirkpatrick, 1999; Steele, 1989; como se citó en Guzmán et al., 2014 y en Marín et al., 2015).

En la ubicación del nivel alcanzado, algunos autores utilizan términos equivalentes: valor, *Excepcional* o *Excelente* para el nivel más alto; efecto, *Satisfactorio* o *Admirable*, para el segundo nivel; y *Satisfactorio con recomendaciones* o *Aceptable* (rutina) para el tercer nivel de acción; y el nivel de menos desarrollo, aprendizaje, *Necesita mejora*, *Amateur* o *Conocer*.



Figura 5. Niveles del componente de evaluación en las rúbricas en el M-DECA.



Fuente: Construcción propia.

Los descriptores simbolizan un proceso cognitivo de orden superior. El nivel *Excelente* o *Excepcional* señala que el estudiante responde de modo reflexivo y profundo, su nivel de complejidad es muy alto, es capaz de autoevaluarse, presentar desafíos, fortalezas y debilidades de su práctica, alcanzando ámbitos cognitivos relevantes, como realizar síntesis e incluso evaluar. El nivel *Admirable* o *Satisfactorio* denota que el discente posee la capacidad de analizar la información con un nivel de complejidad alto o de efecto, y se autoevalúa reflexivamente, basado en sus logros. El nivel *Satisfactorio con recomendaciones*, *Aceptable* o *rutinario* apunta a la capacidad del estudiante para aplicar los aprendizajes, en tanto que ha comprendido lo esencial y con base en ello ha adquirido un comportamiento dado; se considera un nivel de complejidad intermedio. En sentido decreciente, el nivel que sigue, "Necesita mejorar" o "Amateur", significa que el alumno posee conocimientos, pero requiere mejorar; se considera un nivel de complejidad inferior, lo cual se advierte en sus respuestas no correctamente estructuradas; deja suponer que está trabajando para alcanzar un nivel más alto (Toledo y Dubas, 2016).

Los criterios de evaluación permitieron señalar claramente lo que el profesor espera que aprendan, mientras el estudiante observa su progreso (Hernández et al., 2016); asimismo, proporcionan elementos para conocer los desempeños tanto de forma individual y sus pares, como por el grupo y del total del proyecto en las competencias colectivas, además de los tipos y niveles de dominio.

Las necesidades de los estudiantes fueron primordiales durante los procesos evaluativos, los cuales se definieron en las intenciones formativas. El nivel de desempeño escolar consideraba un máximo esperado: la formación integral del futuro profesionista y las capacidades conceptuales, procedimentales y actitudinales que constituyen el bagaje de competencias, su equilibrio y autonomía para insertarse social y laboralmente en su comunidad (Zabala, 2000). A partir de esa alta expectativa, las secuencias incluyeron momentos para un desarrollo completo, al analizar contenidos e integrarlos, socializarlos, defenderlos, compartirlos y aplicarlos en diferentes contextos.

Partiendo de esa definición de los procesos evaluativos, se observó cómo los estudiantes gradualmente desarrollaron todas las etapas del proceso, conforme a sus capacidades, hasta llegar a realizar devoluciones en niveles más altos y en mayor número de las esperadas, como se ha descrito en las diferentes vivencias, ya que ante situaciones de incertidumbre, el estudiante las debe reconocer y manejar estratégicamente, pues esa es la forma clara en que demuestra su más alto grado de competencia alcanzado (Tobón, 2017).

Resalta mi propia evolución evaluativa como docente, de conceptual a auténtica, conforme iba adquiriendo la capacidad de observar aspectos importantes en la formación de los estudiantes, que antes pasaban inadvertidos o no les daba importancia, a poder realizar una evaluación integral de las competencias adquiridas por los aprendientes, partiendo de los criterios establecidos y negociados desde inicio, con plena conciencia del contrato didáctico (Roegiers, 2000; Tobón, 2010).

En el análisis a profundidad, las respuestas de cada rúbrica se analizaron mediante el programa cualitativo *Atlas Ti*, mientras en algunas secciones se combinaron herramientas cuantitativas, buscando una mayor validez en los resultados. Por ello, a los cuatro niveles de desarrollo de las tres rúbricas de respuesta cerrada, se les otorgó una escala de valores de 4 a 1:



Excelente (4), Satisfactorio (3), Satisfactorio con recomendaciones (2) y Necesita mejora (1); y analizadas mediante estadística descriptiva de forma directa, la rúbrica de respuestas abiertas se adecuó para su estudio. El análisis cuantitativo se efectuó con el programa estadístico para análisis de datos cualitativos SPSS 22 y hojas de cálculo Microsoft Excel 2013, que permitieron una visión integral, holística y fidedigna de los resultados al establecer las relaciones, diferencias o similitudes de los datos categóricos, complementando el análisis a profundidad (Guzmán et al., 2014; Hernández et al., 2017; Mendenhall et al., 2008; Todd y Lobeck, 2004; como se citaron en Hernández-Sampieri et al., 2017).

Las competencias docentes se evidenciaron en las secuencias, desde diferentes perspectivas: relacionadas con la estructura y gestión de los contenidos, el diseño de la docencia, los ajustes sobre la marcha y los aspectos sociales, como la comunicación, pedagogía y competencias de valoración en el análisis al final (Guzmán et al., 2014).

La siguiente sección muestra los resultados de las evaluaciones realizadas por los estudiantes, con base en cada rúbrica, sus criterios y niveles de desarrollo.

Evaluación de las actividades de aprendizaje

Cada discente examinó su desarrollo en el aula y el de sus desempeños, en cada secuencia, a partir del análisis introspectivo de sus entregas, con base en la rúbrica de seis criterios:

1. Desarrollo y análisis de los conceptos solicitados, incluyendo interpretaciones personales.
2. Contenido, dominio de la información y presentación amplia de todos los puntos sugeridos.
3. Pertinencia y enfoque ante la situación problema.
4. Apego al formato de cada actividad.
5. Información organizada en jerarquías y que muestre las relaciones entre los conceptos y/o conexión lógica entre estos.
6. Conceptos enriquecidos con esquemas, reacciones o formulas y/o apoyos gráficos.



La mayoría de los estudiantes evaluó las actividades de aprendizaje que había realizado en términos de Excelente y Satisfactorio; una minoría evaluó como Satisfactorio con recomendaciones, y una mínima parte como Necesita mejora. Se analizó un total de 131 respuestas, incluidas todas las secuencias en los criterios uno, dos y seis; y 132 en el resto de criterios.

Los seis criterios fueron evaluados por arriba del 50% en Excelente. Los primeros tres [desarrollo y análisis de los conceptos--contenido y dominio de información--pertinencia y enfoque de las situaciones problema] ligeramente más bajo respecto a los otros, siendo el más alto el 6 [apoyos gráficos]; cabe señalar que en este criterio ningún estudiante evaluó en el nivel más bajo (V. tabla 2).

Tabla 2. Evaluación de las actividades de aprendizaje desarrolladas (%)

	Desarrollo y análisis	Contenido y dominio	Pertinencia y enfoque	Apego al formato	Jerarquía y conexión-conceptos	Apoyos gráficos
Excelente	52.67	51.91	50.76	67.42	66.67	67.94
Satisfactorio	36.64	41.22	43.94	27.27	29.55	25.95
Satisfactorio con recomendaciones	9.92	6.11	3.79	3.79	2.27	6.11
Necesita mejora	0.76	0.76	1.52	1.52	1.52	0.00

Nota: Las cantidades corresponden al porcentaje de respuestas presentadas por los estudiantes.

Fuente: Construcción propia.

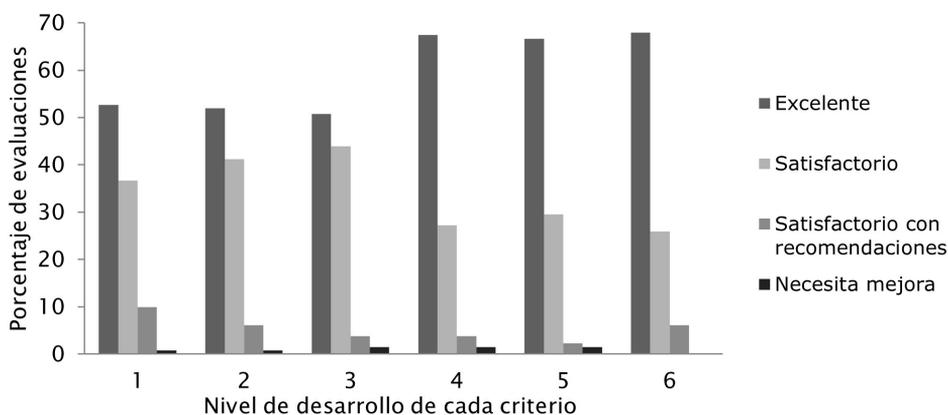
Como se observa, el criterio 6 resultó el mejor calificado de todos, con Excelente para un 67.94% de los estudiantes; el nivel Excelente fue el mayor en todos los criterios; Satisfactorio fue el nivel mayor en los tres primeros criterios [Desarrollo y análisis--Contenido y dominio--Pertinencia y enfoque] y menor para el cuarto, quinto y sexto criterios [apego al formato--jerarquía y conexión de conceptos--uso de apoyos gráficos]. Todos los



criterios, en conjunto, presentan una diferencia significativamente alta respecto a los valores anotados en los niveles Satisfactorio con recomendaciones y Necesita mejora.

En la figura 6, es posible observar cómo los dos niveles altos de evaluación, Excelente y Satisfactorio, en conjunto alcanzaron valores de 89.31% a 96.22%. Los primeros tres criterios muestran valores cercanos para ambos niveles, mientras que en los siguientes tres, Excelente es significativamente mayor que Satisfactorio. En una mirada global, ambos criterios tuvieron valores muy similares en todos los criterios de la rúbrica.

Figura 6. Evaluación de las actividades de aprendizaje por criterio.



Nota: Los seis criterios evaluados fueron los incluidos en la rúbrica con base en los cuatro niveles de desarrollo.

Fuente: Construcción propia.

En relación con los dos niveles restantes, *Satisfactorio con recomendaciones* se evaluó por 4% a 10% de los estudiantes, y el nivel 4 [*Necesita mejora*] por el 1.52%. Se advierte que en el criterio 6 nadie evaluó en el nivel 4. Esto permite asumir que se alcanzó buen desarrollo en tales criterios, lo cual resulta importante si se considera que se valoraron aspectos intrínsecos a la evaluación auténtica: dominio conceptual, nivel de abstracción alcanzado, desarrollo del pensamiento analítico y nivel de enfoque en contexto, entre otros.

Destaca que la tendencia en las evaluaciones se observó desde las primeras secuencias, cuando los estudiantes se encontraban en el desconcierto inicial y adaptándose a la metodología; no obstante, los objetivos de

aprendizaje se calificaron en niveles altos, lo cual denota que los ajustes “en acción” al diseño de la docencia, el mayor tiempo empleado, las negociaciones y el acompañamiento, abonaron a que el nivel de sus aprendizajes no se viera afectado, observando congruencia con las evidencias de aprendizaje y las evaluaciones realizadas; esto demuestra que, aun en la primera etapa, las competencias se lograron y no sólo cuando se alcanzó la madurez. En general, la mayoría de los discentes alcanzó niveles de “efecto y valor” según los términos de desarrollo (Kirkpatrick, 1999; Steele, 1989) desde los cuales el nivel de excelencia en la actividad muestra el sustento y la reflexión en las evidencias: individuales, entre pares y grupales, pues la resolución de problemas debía estar respaldada con evidencias claras, para demostrar el logro de las competencias. También se observó paulatinamente un mayor análisis y profundidad, vínculos e integración entre conceptos y en la presentación del contexto, en las tareas complejas, tanto al socializar como individualmente; todo esto observado mientras transcurría la intervención y que corrobora los niveles de desarrollo obtenidos (Abdi-Rizak y Odowa, 2015) y la facilidad de conectar conceptos para llegar a respuestas fundamentadas. En la dimensión docente, advertí mi propia evolución y progreso en investigación en acción en cada secuencia (Zabala, 2000).

Evaluación de la metodología de aprendizaje

Dicha evaluación se efectuó al término de cada secuencia y al final del curso. Favoreció la reflexión sobre cómo el método influyó en el aprendizaje, cómo se evaluó el método en sí y dio clara cuenta del desempeño del M-DECA aplicado a la química. Esta evaluación complementa el análisis de las secciones constitutivas de las secuencias. Los siete criterios de la rúbrica evidenciaron la pertinencia del método para el aprendizaje, es decir, si permitió aprender, si fue motivante, si detonó interés, etc. (V. tabla 3).



Tabla 3. Autoevaluación de la metodología de aprendizaje (%).

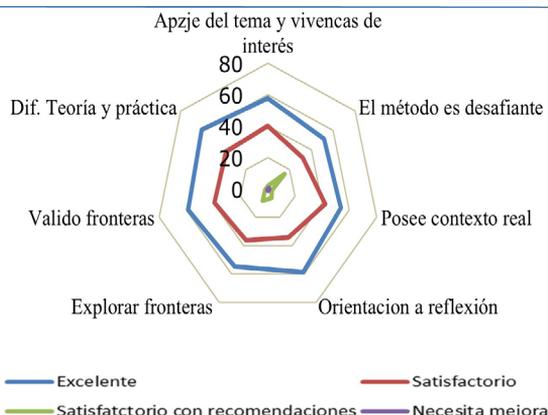
	He aprendido y cuestiono	Plan-tea desa-fíos	Contexto real	Orien-ta a la reflexión	Explorar fronteras	Medir distancia	Diferen-cia teoría y práctica
Excelente	54.4	49.6	44.8	53.6	51.2	52.8	59.2
Satisfactorio	42.4	42.4	48	38.4	40.8	44.8	37.6
Satisfactorio con reco-mendaciones	2.4	5.6	6.4	7.2	7.2	2.4	3.2
Necesita mejora	0.8	2.4	0.8	0.8	0.8	0	0

Fuente: Construcción propia.

Los resultados conjuntaron 125 evaluaciones, correspondientes a todas las secuencias. Un promedio de 65.3% valoró como *Excelente*; 52.65% evaluó *Satisfactorio*; 6.1% estimó *Satisfactorio con recomendaciones* y sólo un estudiante, 0.8%, calificó *Necesita mejora*. Es decir, entre 91.6% y 97.6% evaluaron con los niveles altos: *Excelente* o *Satisfactorio*. Esto indica, en general, que sí aprendieron con la metodología; que las situaciones-problema fueron retos alcanzables; que sí podían analizar; además, el método impulsaba a un análisis profundo y los problemas guardaban semejanza con su carrera.

El nivel *Satisfactorio con recomendaciones* obtuvo nueve calificaciones máximo, en los criterios 4 y 5 [la metodología orienta a la reflexión--explora fronteras]; y de 2.4% a 0% evaluaron *Necesita mejora* (V. figura 7).

Figura 7. Evaluación de M-DECA en sus criterios.

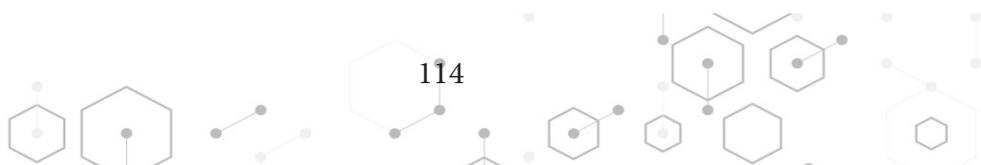


Fuente: Construcción propia.

Respecto al análisis a profundidad, en las primeras secuencias continuamente se hacían ajustes; el desconcierto inicial, la resistencia al cambio, las interacciones sociales, fueron aspectos muy distintos al plan; al final se superaron y se logró captar el interés del grupo y generar una interacción constructiva, factor primordial para el aprendizaje. Los mencionados aspectos fueron especialmente observados al evaluar el M-DECA, de ahí que al inicio fuera necesario dar mayor acompañamiento e invertir más tiempo-clase, sobre todo en las actividades de socialización, que favorecen comprensión y aprendizaje (Peragón et al., 2010).

Se observó, además, que los estudiantes pasan por varias etapas, en una sucesión de fases, partiendo de la zona de confort en la metodología tradicional; la nueva metodología fue bien acogida, ante la perspectiva de "evaluación sin exámenes"; sin embargo, las actividades de aprendizaje discontinuas y poco profundas, los escasos conocimientos previos, el no tener hábito de responsabilizarse del aprendizaje propio y la dificultad para asumir una postura en equipo y presentarla o defenderla, llevó a reacciones críticas e interactividad que afectaban las relaciones sociales y el clima en el aula. Al superarse el conflicto cognitivo, se superaron las reacciones críticas e inició una etapa de madurez, amplios aprendizajes y desarrollo de competencias de todos los actores.

El trabajo colaborativo abonó al desarrollo de las competencias en mayor nivel al esperado; los estudiantes, de forma autodidacta, integraron grupos de trabajo al unir varias tríadas o apoyando a sus pares en la tríada; las tareas previas requerían de comprensión, entonces les dedicaron mayor tiempo del estimado; el nivel de conocimientos en el grupo no era uniforme, muchos estudiantes poseían muy pocos conocimientos, pese a ello, se lograba la interpretación en contexto y en algunos casos se decidía sobre ciertas soluciones a los problemas; esta circunstancia ocasionó que el nivel de desarrollo fuera distinto y en momentos diferentes, de acuerdo con distintas capacidades, habilidades y conocimientos previos, algunos avanzaron en términos excepcionales y otros en niveles aceptables, suficientes para llegar a soluciones satisfactorias (Overton et al., 2013).





Situaciones-problema

Se analizaron primero individualmente, después en trabajo colaborativo en triadas y en grupo, buscando favorecer el acercamiento a los temas, profundizar en contenidos y facilitar su entendimiento, integración y asimilación.

A partir del conflicto cognitivo, los estudiantes tomaron conciencia que un poco de lectura e hilar conocimientos previos bastaba. Esa toma de conciencia fue crucial para su apertura al nuevo modelo de estudio. Alcanzando la madurez, se hizo innecesaria la clase magistral, pues resultaba repetitiva y provocaba poco interés y distracción; previamente se apropiaban de los conceptos; mientras, al inicio de cada tema, se advertía curiosidad y reto personal por presentar la mejor solución a los problemas planteados. De tal manera que aumentó la profundidad del análisis, el grado de participación, la riqueza de sus aportaciones y el apoyo entre pares, elementos evidenciados en su percepción de las situaciones-problema y los criterios de significatividad, realidad, contexto, integración de saberes y su apropiación en concordancia con Marín et al., (2015) (V. cuadro 5 a través de su QR).

Las situaciones-problema fueron percibidas como significativas, pertinentes y enfocadas, en tanto que permiten conocer, interpretar y llegar a soluciones mientras se adquieren los saberes nuevos, evidentes, y se crea conciencia de su concordancia con los futuros entornos profesionales (Zabala, 2000).

Se observó también un aumento en su disposición para aprender, elevación de su autoestima y autorregulación, en percepciones como la apropiación e integración de saberes, significatividad, realidad y contexto, evidenciadas en las interrelaciones de categorías (V. figura 8).



Actividades solicitadas

Sobre las actividades solicitadas (acciones formativas), los discentes admitieron que les ayudaron a comprender conceptos, impulsaron aprendizajes y los hicieron sentir más identificados; para algunos, mediante las actividades hicieron conciencia de que un tema era interesante al conocerlo a mayor profundidad. Por tanto, se generó el reconocimiento de la diferencia al aprender según sus gustos o capacidades (Zabala y Arnau, 2007).

Entre las acciones formativas que promueven el aprendizaje, en la red atlas, (V. figura 9, utilizando el QR), destacaron la investigación bi-



bliográfica, el acopio de información en diversidad de fuentes, el análisis de los videos, la socialización grupal, las tareas complejas del portafolio; además, enfatizaron como actividades formativas el plantear preguntas generadoras que los orientan a emprender investigación, así como el interrelacionar las categorías generadas en los episodios verbales.



Los episodios verbales anidan importantes resultados (V. cuadro 6). Muestran, en los términos de los propios actores de la intervención, sus distintas formas de aprender y también su evolución al utilizar esta metodología que abarca en un solo proceso aprender, evaluar y adquirir consciencia del aprendizaje. De distintas formas y ritmos, los estudiantes evolucionan desde el enfoque por competencias aquí expuesto; tal evolución puede partir de una base mínima, pero pueden llegar a ser expertos, como se aprecia en los comentarios siguientes, mejor estructurados y con mayor sustento.



La autoevaluación y la coevaluación de los conocimientos adquiridos

Esta fase evaluativa es un punto culminante, quizá uno de los más importantes del proceso, pues debe estar cimentado en juicios de valor que reflejen la realidad del resultado final de forma pertinente y justa (Pasek y Briceño, 2015). La evaluación auténtica se efectúa en dos momentos: en la autoevaluación, cuando el discente evalúa introspectivamente sus logros en cada tema, su avance respecto a sus pares, su éxito al analizar e integrar los saberes nuevos con los previos. Un segundo momento, en la coevaluación, cuando evalúa los conocimientos de sus compañeros de tríada, su actitud durante la secuencia y la coevaluación del grupo. Además, incluyó todas las etapas del proceso: evaluación diagnóstica, rúbricas, evaluación final del portafolio de evidencias y plenaria final, integrando la formación de cada competencia (Tobón, 2012).

La rúbrica permite evaluar los conocimientos propios y de los pares. En este caso, se estructuró en ocho preguntas abiertas que posibilitan expresar ampliamente sus respuestas:





1. ¿Cómo evaluó los conocimientos que obtuve sobre el tema?
2. ¿Cómo evaluó los conocimientos adquiridos por mi(s) compañero(s) [tríada y grupo]?
3. ¿Cómo defino su actitud durante el aprendizaje de este tema (coevaluación)?
4. ¿Cómo valoro mi avance en el conocimiento del tema en relación con mi tríada?
5. ¿El tema me conduce al análisis de la información y conjunta estos conocimientos con otros previos?
6. ¿Observo cambios en la participación activa del grupo? Si es afirmativa, descríbelos.
7. ¿Cómo evaluó el avance en los conocimientos adquiridos de este tema por el grupo en general?
8. ¿Cómo defino la actitud de todo el grupo durante el aprendizaje de este tema?

La rúbrica me ayudó, en mi dimensión docente, a valorar las competencias de cada estudiante, de las tríadas y del grupo, enriquecida por la comprensión de las vivencias, los episodios verbales, las entregas, por pequeñas que fueran y desde las diferentes formas de aprender, es decir, desde la complejidad.

La autoevaluación

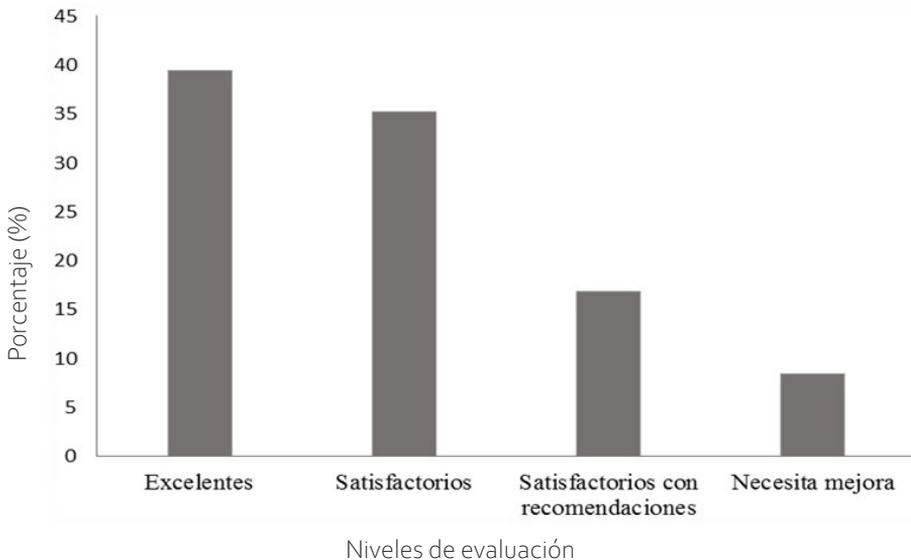
Cada estudiante valoró su formación sustentado en los saberes necesarios y las evidencias desarrolladas, y faculta un juicio auténtico sobre el nivel de logro, pues incluyó formas que denotan reflexión sobre el autoconocimiento y la autorregulación de sus competencias.

En la pregunta 1 [¿Cómo evaluó los conocimientos que adquirí?] la mayoría alcanzó niveles de metacognición *Excepcional* o *Excelente* y *Admirable* o *Satisfactorio*, pues respondió reflexiva y profundamente o sólo reflexivamente. Una minoría respondió en los niveles bajos de *Aceptable* (rutinario) o *Satisfactorio con recomendaciones* y *Amateur* o *Necesita mejora*; es decir, la generalidad evaluó en términos de valor y efecto, y solo algunos en los dos niveles más bajos, según los términos de Kirkpatrick (1999) y Steel (1989); conforme a las pautas de la evaluación auténtica.

La siguiente figura (11), gráfico que presenta los resultados de la autoevaluación, los conocimientos que adquirió cada discente. Para ello, se asignaron valores de 4 a 1, según el nivel de desarrollo evaluado ya que esta rúbrica se basó en preguntas abiertas. Cerca del 40% de los estudiantes respondió como Excelente, y al integrarlos con el nivel Satisfactorio, sumó el 75% aproximado, en niveles de metacognición efecto y valor, deseables en el M-DECA, desde cuya visión las capacidades para plantear los desafíos, fortalezas y debilidades se han desarrollado o se encuentran casi a término.



Figura 11. La autoevaluación de los conocimientos obtenidos.



Fuente: Construcción propia.

El 17% respondió Satisfactorio con recomendaciones, indicando que la reflexión sobre su práctica fue baja y hubo poca relación entre la evidencia y sus reflexiones; mientras, un 8% evaluó como Necesita mejora o Amateur, mostrando que podrían desarrollar reflexiones sobre su persona y su rol profesional, pero la relación de evidencias y reflexiones son incipientes. Fue notable que algunos estudiantes se evaluaron en niveles más bajos que los correspondientes a sus entregas en clase y tareas complejas. Esto



indica que desarrollaron la capacidad de evaluar reflexivamente al abordar los desafíos, las fortalezas y debilidades.

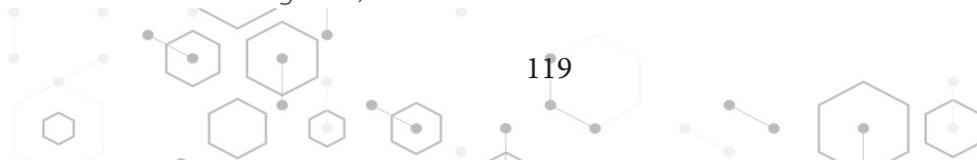
Las respuestas sobre lo que aprendieron refleja su perspectiva personal. Hubo quien adquirió nuevos aprendizajes, los reforzó o aumentó; alguien más resaltó alguna actividad de aprendizaje como su mayor apoyo o el ver los conocimientos en contexto. Destacaron algunos comentarios que dan idea de sus logros y que se rescatan en la dialógica de la autoevaluación (V. cuadro 7, a través del código QR).



En correspondencia con sus concepciones, se mostraron la mayoría de los criterios, que indican cómo lograron los aprendizajes, la reflexión sobre las competencias que adquirieron, el desarrollo de esquemas de autorregulación y el dominio en sus aprendizajes; algunos mostraron qué actividades les favorecieron de acuerdo con sus capacidades, gustos y estilos de aprendizaje, ya que habían desarrollado autonomía; estos aspectos también se evidenciaron en la entrevista final, al identificar temas o vivencias que promovieron sus aprendizajes:

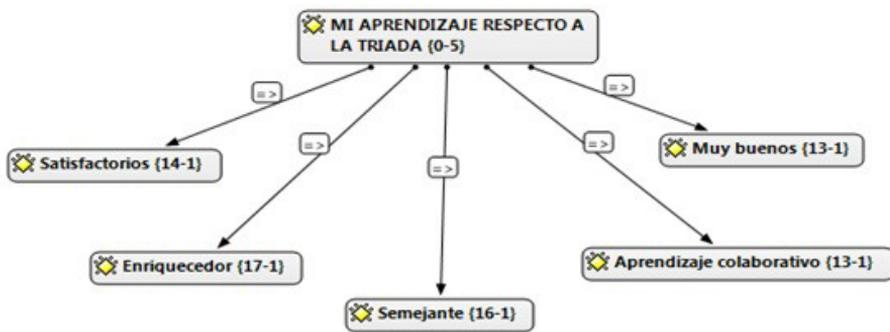
- “El tema de hormonas me sirvió mucho”
- “Sangre y respiración y las rutas metabólicas, ya que fueron los temas más completos e interesantes para mi punto de vista, se prepararon más.”
- ¿Qué pasa en el organismo cuando comemos dos rebanadas de pastel y un vaso de soda? ¿En qué forma se acumula la grasa?” (meses después describió textualmente el ejemplo).
- “Las preguntas en clase tienen que ver con nuestra vida cotidiana y se les puede aplicar para un buen uso.” (refiriéndose a las ayudas docentes durante la socialización)

¿Cómo evaluó mis aprendizajes respecto a los de mi tríada? Este criterio busca conocer la percepción de los estudiantes sobre sus aprendizajes en relación con sus pares cercanos. Se asume la premisa de que los grupos pequeños favorecen los aprendizajes, por la cercanía en las relaciones sociales, apoyo mutuo y trabajo colaborativo. Entre los comentarios se rescatan algunos a manera de sustento, donde se observa que realmente sí favoreció su aprendizaje, apoyados en gran medida en la colaboración entre pares (V. el cuadro 8, a través del código QR).



El análisis de las respuestas llevó a clasificar cinco categorías principales: *enriquecedor*, *muy buenos* y *satisfactorios*... (V. figura 12); esa valoración fue independiente al rol que desempeñó cada quien, cuando recibió apoyo de sus pares o cuando lo proporcionó.

Figura 12. Categorización de mi aprendizaje en relación con mi tríada.



Fuente: Construcción propia.

Como se puede observar, se produjeron distintas categorías y, entre estas, múltiples relaciones, habida cuenta del carácter abierto de las respuestas. La explicación es rica y muestra cómo impacta en varias a la vez, en los que se aprecia que todos aprendieron, fueron enriquecedores y se sintieron satisfechos.

Coevaluación

En la evaluación auténtica, los estudiantes valoran los conocimientos de sus pares cercanos y del grupo en general, al reconocer los logros mutuos, privilegiar la observación y el análisis de entregas, desempeños y actitudes, y reflexionar sobre cómo van aprendiendo, y cómo gradualmente dan sentido a las semejanzas y diferencias durante la crítica constructiva. Su análisis permite observar detalles sutiles que el docente puede pasar por alto, y que son muy enriquecedores; en este caso, potenciaron la visión global de los



logros del evaluado, pues cuando se evalúa entre pares, existe una sinergia entre ellos, hay una visión muy cercana y una relación estrecha, suscitada por la convivencia en el curso. Además, prima el desarrollo de habilidades evaluativas, con la capacidad inédita de evaluar de forma más real la evolución y el alcance. Los criterios de coevaluación entre pares cercanos y grupales se compusieron de seis preguntas, tres para las tríadas y tres grupales, cuya base son los cuestionamientos de la autoevaluación.

La coevaluación de pares cercanos

Ante la pregunta ¿Cómo evaluó los conocimientos de mi tríada?, las respuestas versaron desde “satisfactorios” o “buenos”, hasta “buenos como los propios”; o “a la par”; hubo comentarios que afirmaban que todos sus compañeros “manifestaban dominio de los temas” o “mostraban interés”, “dieron o recibieron apoyo para aclarar ideas” o hubo quien expresó que “su equipo fue de gran ayuda” o bien “algunos batallaron, pero al final todos aprendimos”, como se observa en la red de la coevaluación de mi tríada (V. figura 13 accesible con el QR).



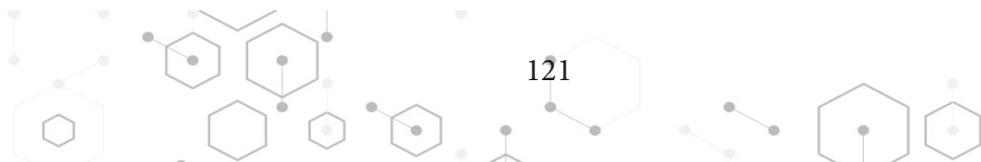
Las respuestas, en su mayor parte, exponen una reflexión introspectiva real y un intenso trabajo colaborativo. Se puso de manifiesto que no todos aprenden a la misma velocidad o forma, pero que existió el apoyo y la responsabilidad de sus compañeros para realizar el trabajo en conjunto, lo cual remite a la autorregulación en los aprendizajes.

La actitud de la tríada también fue evaluada, mediante la pregunta ¿Cómo evaluó la actitud de mi tríada? En las respuestas se observa que fue de Muy buena a Excelente, tanto el trabajo en conjunto como la participación de los compañeros, ambiente de confianza, respeto e interés por los temas en estudio. Con base en sus respuestas, se evidenció un cambio de actitud hacia el estudio, denotaron reflexión y un cambio positivo en las relaciones sociales y la participación (V. figura 14 accesible con el QR).



Coevaluación grupal

Los conocimientos adquiridos por el grupo se analizaron para determinar cómo percibieron los aprendizajes de toda la clase (V. figura 15, a través del QR). En los comentarios, la mayoría los valoraron como *Muy buenos*, *Exce-*

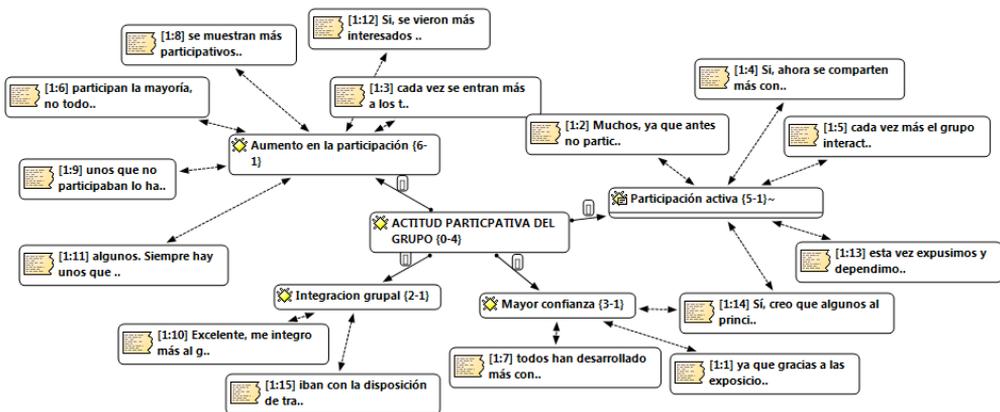


lentes, *Importantes* y *Nuevos*, siendo estas las principales categorías anotadas. Resaltaron la participación, a la que señalaron como *Acertada*, dado que apreciaron la calidad del avance. Cabe notar, empero, que una minoría aprendió en niveles regulares, los cuales deben y pueden mejorar; aun así, ningún estudiante mencionó que no se hubiera aprendido nada.



En relación con la actitud participativa del grupo, algunos expresaron que fue *Buena*, otros comentaron que fue *Muy buena* o *Excelente*, y algunos más la evaluaron como *Regular*. De su análisis emergieron tres características: *Muy buena actitud del grupo*, con el énfasis en sus valores: *entusiasta, respetuosa y participativa*; además, el grupo fue *serio, respetuoso y entusiasta*, sobre todo en la última parte del curso. Asimismo, se destacó que lograron integrar conocimientos mediante el fortalecimiento de las relaciones grupales y el aprender les generó confianza y riqueza en sus devoluciones (V. figura 16). Finalmente, la realimentación permitió observar detalles habitualmente inadvertidos, desde una perspectiva general e importante para mejorar en lo futuro (Carlino, 2005).

Figura 16. Red: Actitud participativa del grupo.



Fuente: Construcción propia.



Portafolio de evidencias

La conformación del portafolio privilegió momentos de reflexión, formación de ideas y autoevaluación. El análisis de las evidencias prioriza argumentar el porqué, la interpretación de algún contenido o la toma de una decisión, puesto que en los contenidos y su estructura se hacen evidentes logros y oportunidades de mejora, resultados primordiales en una autoevaluación auténtica (Del Valle, 2008; Guzmán et al., 2014). Al construir el portafolio, el discente juega dos roles: primero, asume su aprendizaje, muestra sus desempeños, evidencia sus avances; segundo, el papel de evaluador de sí mismo, mediante los criterios de la rúbrica, que apoyan la reflexión, la coherencia de contenidos y los avances logrados, personales y de sus pares, también privilegia el repensar la estructura del portafolio: la asertividad entre los contenidos y los apoyos gráficos, organización, materiales de referencia, favorece el dominio de la gramática y del lenguaje (Díaz Barriga-Arceo et al, 2012; Murillo, 2012).

Tabla 4. Evaluación del portafolio de evidencias (%)

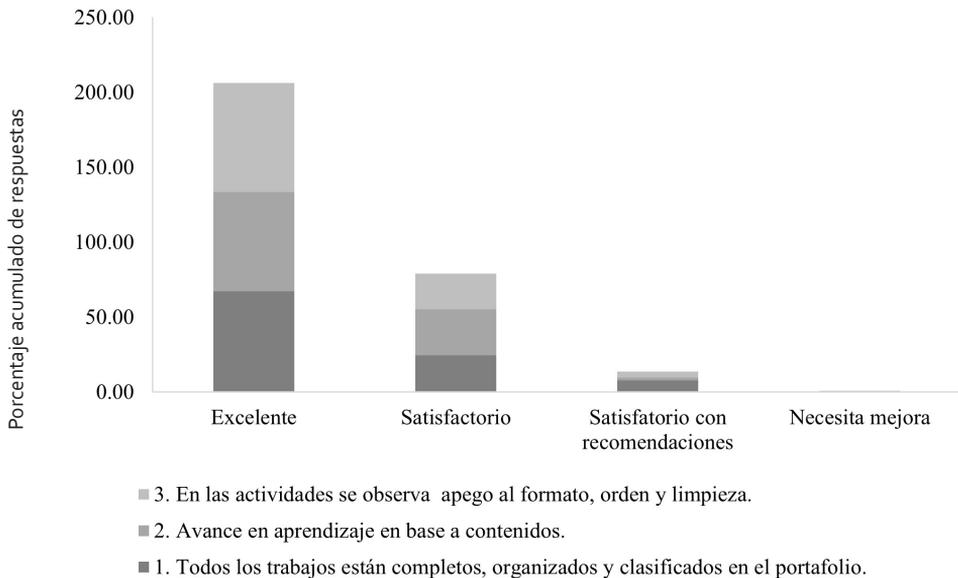
	Excelente	Satisfactorio	Satisfactorio con recomendaciones	Necesita mejora
1. Todos los trabajos están completos, organizados y clasificados en el portafolio.	67.27	24.55	8.18	0
2. Avance en aprendizaje con base en contenidos.	66.36	30.91	1.82	0.91
3. En las actividades se observa apego al formato, orden y limpieza.	72.73	23.64	3.64	0

Fuente: Construcción propia.

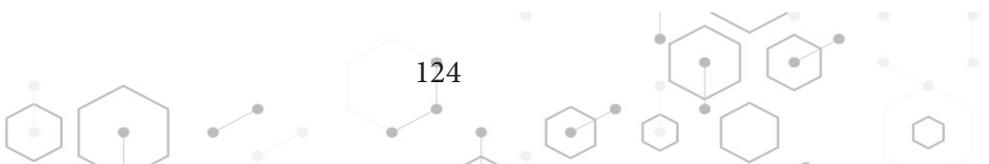
Como se ve, en los tres criterios, los niveles de desempeño fueron evaluados como *Excelente*, por lo que representaron más de las dos terceras partes del grupo; una aproximada cuarta parte evaluó en *Satisfactorio*. Mientras, *Satisfactorio con recomendaciones* reportó valores de un dígito; y sólo un valor (0.91) para *Necesita mejora*.

Con respecto a los valores acumulados en los niveles de evaluación del portafolio, el acumulado para *Excelente* fue significativamente superior a *Satisfactorio*, lo que evidenció los niveles logrados, la calidad de los contenidos, el grado de esfuerzo y el apego a las formas solicitadas (orden y limpieza), dado que 227 de 330 así lo evaluaron, por lo que representa el 68.78%. En tanto, *Satisfactorio* tuvo 87 respuestas, es decir, un poco más de la tercera parte de las anteriores, lo que hizo un 23.73%. *Satisfactorio con recomendaciones* tuvo 14 respuestas y *Necesita mejora* obtuvo sólo una (V. figura 17). El análisis gráfico muestra el sesgo hacia *Excelente*, presentando un solo pico que determina que los datos correspondieron a una sola población en estudio (Mendenhall et al., 2008).

Figura 17. Acumulado de los niveles de evaluación del portafolio de evidencias.



Fuente: Construcción propia.





El portafolio permitió la evaluación reflexiva y gradual de los desempeños didácticos y evaluativos. Las primeras entregas (de trabajos/tareas/evidencias) eran poco estructuradas o de contenidos menos profundos, pero paulatinamente progresaron e iban evidenciando los niveles de dominio: comprensión de la información, jerarquías, ejes rectores y organización; disminuyeron los vacíos teóricos y aumentaron los ejemplos concretos, pues al recibir continuamente realimentación de carácter metacognitivo, los estudiantes aprendieron a asumir el error y la incertidumbre, determinantes cuando se busca el desarrollo ético de los futuros profesionistas (Hernández et al., 2016).

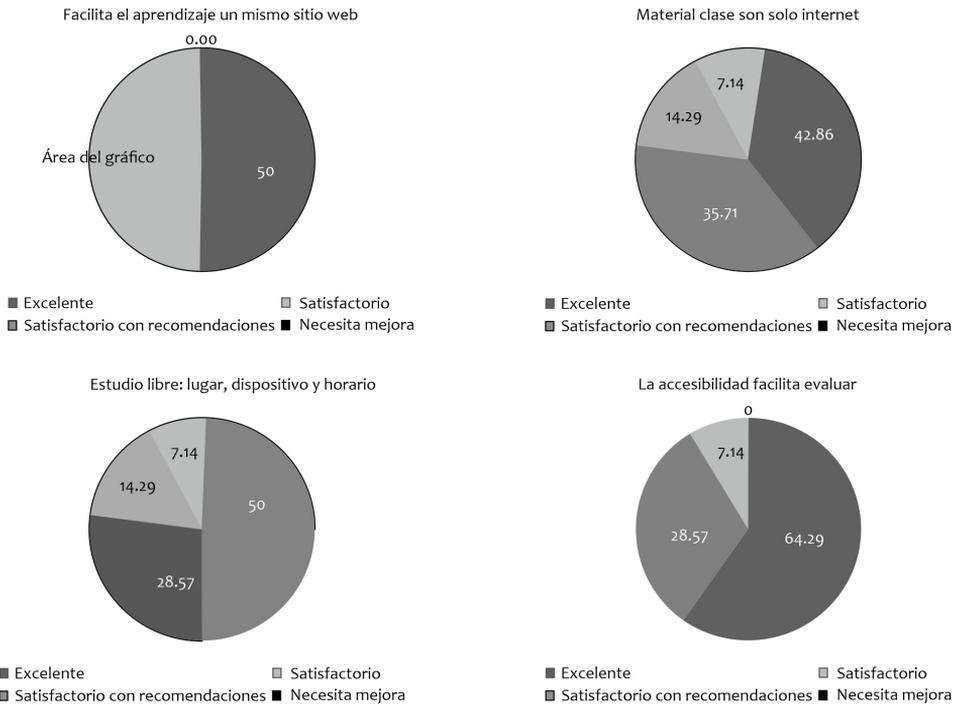
Componente de innovación digital

Este elemento fue bien aceptado por los aprendientes, ya que facilitó procesos, mejoró la comunicación, las entregas y el manejo de la información. Es una forma más amigable (Brovelli et al., 2018) para enseñar química y además abonó al M-DECA, puesto que sólo se necesitó una línea de internet y un dispositivo electrónico: computadora o de sistema Android, para disponer de toda la asignatura, y un solo sitio web, para abrir todo lo relacionado con cada secuencia, a cualquier hora.

Las ligas creadas entre todos los documentos impactaron directamente en la accesibilidad, aprendizajes y evaluaciones, pues previamente era algo tedioso abrir páginas, descargar, responder/imprimir y subir de nuevo tareas y evaluaciones. Los vínculos generados evitaron estar abriendo páginas o archivos adicionales. Otros recursos tecnológicos apoyaron la investigación en el manejo y análisis de los datos.

Este componente también fue evaluado por los estudiantes (V. figura 18). La evaluación se compuso de cuatro criterios ponderados como los más importantes; al investigar la percepción estudiantil sobre este aspecto, se sopesó que tenían la visión completa del antes de las innovaciones, ya que las primeras secuencias se intervinieron en la versión anterior.

Figura 18. Evaluación estudiantil del componente digital.



Fuente: Construcción propia.

En el primer criterio, relativo a toda la información en un mismo sitio web, el 50% de los estudiantes valoró como *Excelente* este criterio, y otro 50% lo consideró como *Satisfactorio*; y ninguna respuesta en los niveles inferiores. El segundo criterio –si los aprendizajes se promovieron y las entregas se facilitaron por la accesibilidad a la información y contar con internet– el 42.8% valoró como *Excelente*; un 35.7% evaluó ese aspecto como *Satisfactorio* y casi 21% lo estimó *Satisfactorio con recomendaciones* y *Necesita mejora*. Respecto al tercer criterio, sobre la disponibilidad de lugar, dispositivo y horario, libres para el estudio y entregas, cerca del 78% lo evaluó *Excelente* y *Satisfactorio*; un 14% lo estimó *Satisfactorio con recomendaciones* y 7% *Necesita mejora*. En la entrevista final, se aclaró que los niveles bajos en este criterio correspondieron a quienes utilizan muy poco el internet y prefieren el aprendizaje entre pares o se identifican con las formas tradicionales.



Pese a los matices de preferencias, la innovación tecnológica fue acogida con agrado desde el inicio; la entrega de evidencias aumentó en cantidad, contenidos y puntualidad, pues fue sencilla y ágil la realización de las actividades y el aprendizaje en general.

Los resultados en el componente de innovación digital ofrecieron además una vía para reafirmar que dicho recurso favorece la diversidad de formas de aprender, la participación y los niveles de aprendizaje, puesto que alimenta la interrelación y comprensión de conceptos (Martínez-Cartas, 2012; Melo-Solarte, 2018; Vázquez y Sevillano, 2015).

Nivel de desempeño de las competencias estudiantiles

Para determinar el nivel de competencia alcanzado, me basé en las competencias de la asignatura y los criterios de desempeño, en interés de conformar los criterios de evaluación de saberes y evidencias. He partido de la reflexión y el análisis propios de la evaluación auténtica, en sus tres tipos: autoevaluación, coevaluación entre pares y observación del docente. Esto, con el fin de constituir "una práctica reflexiva en continuo" (Elliot, 1996). Observé el nivel de desempeño de las competencias mediante los procesos de autoconocimiento, autorregulación y capacidad de demostración competencial en varias y distintas ocasiones. El autoconocimiento se da a partir de la consciencia que cada quien tiene de sí, de sus capacidades confrontadas a la situación-problema, de las actividades necesarias para resolver tal problema en un entorno dado. La autorregulación es la forma en que cada alumno desarrolló su aprendizaje y se adecuó a la situación-problema, su flexibilidad para reorganizarse y mostrarse objetivo (Tobón, 2005). En las competencias estudiantiles, la mayoría logró niveles de Excelente a Satisfactorio, especialmente las relacionadas con la carrera: aptitudes profesionales basadas en la complejidad y los criterios para una valoración equidistante a juicios de valor (V. tabla 5).



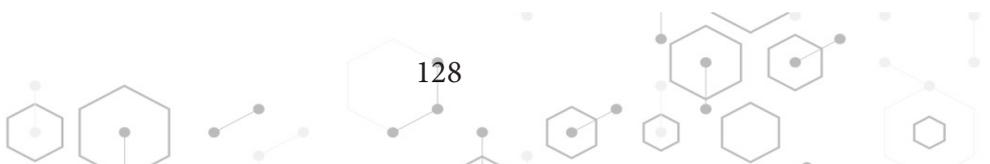
Tabla 5. Nivel de desempeño alcanzado en las competencias estudiantiles.

Tipo	Competencia	Nivel de desempeño alcanzado
Básicas	Solución de Problemas	Se observó interés en los temas, análisis desde un enfoque científico, responsabilidad, estudio independiente y autodidacta, en identificación y solución del problema.
	Comunicación	Comunicación efectiva, aumento gradual al dominio de la información, análisis y aplicación.
	Trabajo en equipo	La mayoría no tuvo dificultad para integrarse e iniciar el trabajo; algunos requirieron tiempo extra, concienciarse de la necesidad de trabajar. Destacable el surgimiento de líderes naturales que integraron a todo el grupo.
Profesionales	Elementos conceptuales.	Gran desarrollo en el manejo conceptual, incluso integraron aprendizajes de otros temas y de otros cursos.
	Cultura en salud.	Se observó en la aplicación de conceptos y su actuación en contexto, en la mejora de la calidad de vida.
Específicas	Nutrición y salud.	Lograron explicar con claridad los procesos metabólicos e influencia de los nutrientes para tener una vida saludable.
	Procesos de alimentación.	Integraron las competencias anteriores con las propiedades nutritivas de los alimentos y los que no.

Fuente: Guzmán et al., 2014.

Equivalencia numérica de las competencias estudiantiles alcanzadas

Como en todo curso, fue necesario emitir una calificación numérica final, que refleje los resultados del desarrollo de cada estudiante. Para ello, se definió conforme a las rúbricas y acorde con los esquemas de evaluación auténtica. El traslado de las evaluaciones se realizó apoyándose en los descriptores de cada nivel de desarrollo: *Excelente* (4), *Satisfactorio* (3), *Satisfactorio con recomendaciones* (2) y *Necesita mejora* (1), y su equivalencia, asignando valores numéricos de 100, 80, 60 y 50, respectivamente. Cada rúbrica fue





evaluada por separado, considerando el nivel de desarrollo de cada criterio, lo que permitió equivalidar las autoevaluaciones de forma numérica y trasladarlas a una calificación numérica individual.

Las rúbricas *Autoevaluación* y *Coevaluación* de las actividades de aprendizaje y del portafolio de evidencias, estructuradas en preguntas cerradas, las respuestas se relacionaron directamente con el nivel de desarrollo, para obtener un valor numérico.

La rúbrica *Autoevaluación* y *Coevaluación* de los conocimientos adquiridos, desarrollada con base en preguntas abiertas en las que primero se identificó el nivel de desarrollo y después se relacionó numéricamente.

Por último, la evaluación de la metodología de aprendizaje que analiza el proceso desde la autenticidad y la autorregulación de las competencias logradas y si el método apoyó, se analiza por separado en el siguiente capítulo y no forma parte de la calificación de los estudiantes.

En la evaluación de los conocimientos adquiridos, las preguntas abiertas permitieron expresar el parecer amplio y profundo de los estudiantes. De manera que cumplió dos funciones: uno, que el discente reflexionara sobre sus avances; dos, que la docente y la institución escolar realimentaran su intelección y su experiencia en torno a los aprendizajes logrados.

El criterio ¿Cómo evalúas los conocimientos obtenidos? fue el principal referente sobre el nivel alcanzado y se consideró también el primer criterio de la coevaluación –los conocimientos observados por sus pares cercanos– elementos principales para trasladarlos al valor numérico.

Una evaluación de carácter auténtico, es decir, en contexto, es de gran relevancia, en tanto que propicia y sitúa al discente en la reflexión de su propia construcción cognoscitiva, le deja comprender que para alcanzar los conocimientos requirió de toda la experiencia vivida: desde la solución de las situaciones-problema, las tareas complejas, la integración de conocimientos, hasta los desempeños en el aula, la dialógica triádica y grupal, etc. Todos estos elementos bajo el enfoque de su formación, los aprendizajes, calidad, profundidad, integración de saberes, su manifestación y, con ello, el logro de competencias (Roegiers, 2016 y Shultz y Li 2016).

De acuerdo con lo anterior, los conocimientos adquiridos llevados a valor numérico integran también competencias actitudinales y desarrollo de valores, incluyendo la evaluación plenaria final. Cabe observar que las



calificaciones en su valor numérico fueron congruentes con la evaluación del desarrollo de competencias, cuando se analizó según los descriptores de Kirkpatrick (1999) y Steele (1989).

La mayoría de las competencias alcanzaron los niveles de *Excelente* y *Satisfactorio*, que reflejaron la realidad de cada estudiante en el nivel de las competencias adquiridas. Destacó la estudiante 03fP, quien llegó a manifestar: “debo pensar muy bien para evaluar” y comúnmente se autoevaluaba bajo, respecto a sus desempeños; caso contrario a la estudiante 21fP, quien se evaluaba alto, mientras sus entregas evidenciaban alguna oportunidad de mejora o recomendación. En este sentido, Luís y Muros (2018) explican que la autoevaluación a partir de rúbricas es un proceso que mejora los resultados académicos y la autorregulación, debido en gran medida a la responsabilidad, autonomía y peso social que conlleva. No obstante, debe ser considerado como un proceso que se desarrolla gradualmente y está cimentado en la confianza que van adquiriendo los estudiantes y también en el apoyo del docente; al final, los resultados, más allá de los logros académicos, serán más satisfactorios y de mayor competencia profesional.

El valor de la estrategia y su modelo

Este quinto capítulo, de carácter concluyente, expone la etapa final del proyecto o coproducción. Se retoman momentos significativos que se produjeron en la plenaria final, en la entrevista o en los comentarios libres, tramos estos durante los cuales estudiantes y docente evaluamos de forma personal la experiencia vivida.

En el encuentro de cierre, los estudiantes evaluaron cómo fue aprender química a partir del M-DECA; se han rescatado diversas evidencias que dan luz sobre sus percepciones, desde varias aristas, en torno a esta experiencia: su autenticidad, autorregulación y reflexión sobre las competencias que adquirieron. Destacó su sentir sobre cómo la evaluación era integral, ya que considera los tres aspectos básicos: metodología, resultados y su utilidad. He incluido también mi propia reflexión sobre el proceso, en mi doble rol de docente e investigadora en formación, como un producto relevante obtenido en esta investigación.

Evaluación de la metodología del M-DECA

Con la participación y viva voz de los estudiantes, la evaluación final del M-DECA permitió trazar siete categorías referentes a cómo fue su apoyo, destacando las siguientes: la metodología, si contribuyó al aprendizaje y condujo a la reflexión; hallazgos en torno a qué fue lo más importante, qué lo más fácil o difícil; y opiniones sobre lo que más gustó y lo que no (V. figura 19).

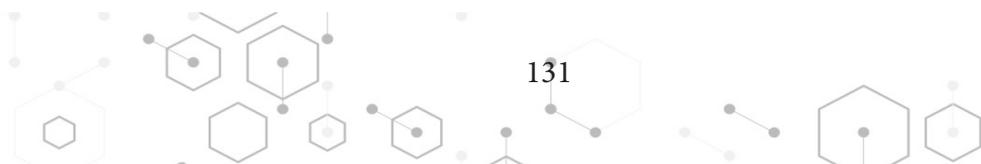
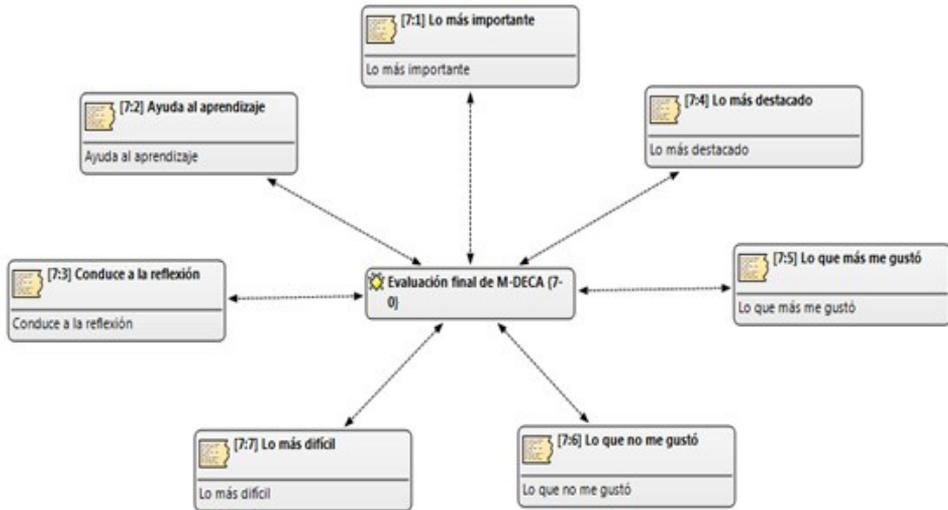


Figura 19. Red: Categorización de la evaluación del M-DECA.



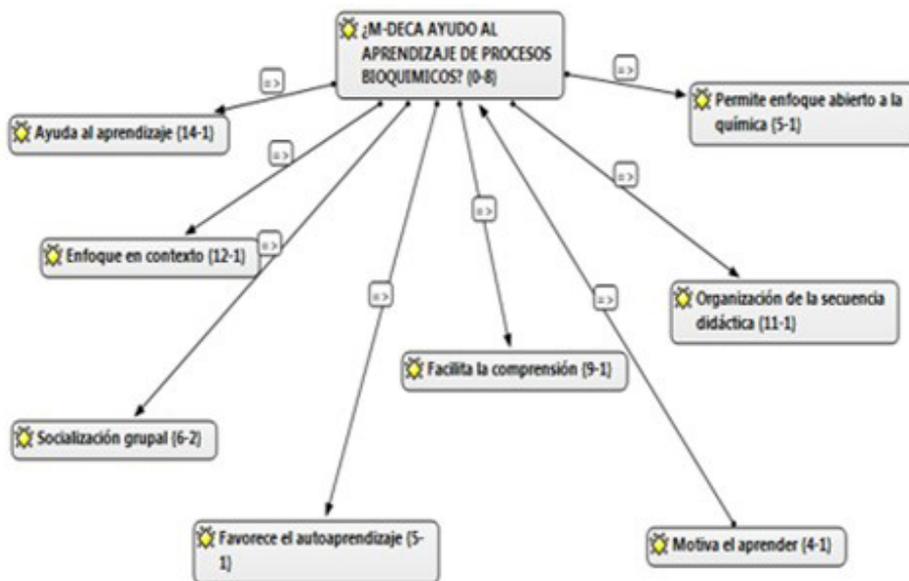
Fuente: Construcción personal.

El M-DECA ayuda al aprendizaje de la Química

Los estudiantes señalaron que la metodología del M-DECA los ayudó a aprender química; además expusieron las diversas formas en que el modelo DECA se adapta a cada estudiante. Emergieron ocho categorías (V. figura 20), entre las que destacaron la conformación de la secuencia y su enfoque en contexto, además de la interrelación con otras categorías: motiva el aprender, facilita la comprensión, ayuda a abrirse a la química; en cambio, para otros, promueve la socialización o el autoaprendizaje. Las aportaciones fueron disímiles; se observó el impacto al percibir la relevancia de la química en ciencias de la salud y sus alcances.



Figura 20. ¿Cómo el M-DECA ayuda al aprendizaje?



Fuente: Construcción propia.

De varias formas, los estudiantes expresaron cómo la metodología contribuyó en su aprendizaje. En algunos casos, explicaron que sí los ayudó; otros expusieron en detalle cómo fue la ayuda del M-DECA. Entre los comentarios sobresalieron algunos como “El índice de los temas ayudó”, “me agrada más esta manera, ya que creo que el aprendizaje se lleva mejor” o “Sí, realmente me ayudó, me hubiera gustado que la maestra explicara más, pero me pareció bien la mesa redonda y el portafolio”, “es distinta de otras que he llevado por proyectos, pero es más explicativa y sencilla de entender” o “Me agrada más esta nueva manera, el aprendizaje se lleva mejor” o “aunque no le gustó, le ayudó a aprender”. Algunos fueron más específicos sobre la ayuda de la secuencia didáctica para el aprendizaje; enfatizaron la estructura en que esta se organiza y sus componentes: situación-problema, preguntas-guía, videos didácticos o tareas complejas y las acciones formativas; dicha categoría se considera una de las más significativas (V. figura 21, abrir su código QR).



El enfoque contextual de M-DECA

Esta fue una de las categorías principales, en tanto que posibilitó observar la química en contextos profesionales. La visualización de la asignatura en el entorno concreto de su profesión, promueve en los discentes aprendizajes más significativos y permanentes (Boddey y De Berg, 2015; Broman y Parschmann, 2014). Resaltan expresiones como “nos estamos preparando e informando para el futuro, para ejercer carrera” y “Todas las preguntas (refiriéndose a las preguntas/guía) realmente promueven el conocimiento dentro de los aspectos reales y nos ayudan a saber o a tener un buen conocimiento en cuanto a problemas de salud” o “creo que aprendemos más al poner los conocimientos en práctica”, opiniones que denotan la consciencia de los estudiantes sobre la importancia de sus aprendizajes; del mismo modo, las interrelaciones entre categorías muestran que, además de adquirir competencias conceptuales y procedimentales, también desarrollaron competencias actitudinales, logrando una educación realmente integral (V. figura 22 o abrir su código QR).

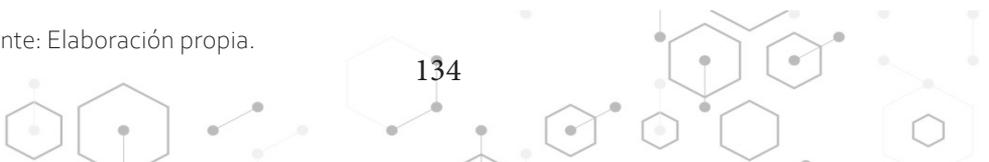


Por lo demás, también destacaron que en un inicio se produjo cierta dificultad para comprender temas de química, pero el M-DECA facilita y permite un enfoque más abierto a la materia. Como lo manifestaron en diversas expresiones verbales (V. Tabla 6).

Tabla 6: El enfoque en contexto favorece la comprensión y la dinámica de las secuencias motiva el aprender.

Categoría	Expresión verbal
Favorece el autoaprendizaje	- Es mejor que un examen, ya que pudimos desarrollar mejor nuestro conocimiento, y no sólo estudiar para un examen. -Se aprende a valerse por sí mismo -Poner una actividad y hacerla en casa me pareció bien, aprendí por mi propia cuenta.
La socialización grupal y tareas complejas	-Cuando entre todos contestábamos las preguntas y podíamos complementar el tema. -El repaso que dábamos a las tareas encargadas.
Motiva el deseo de aprender	-Muy buena, se enfoca más en los temas. -A veces complicado y difuso para entender los temas, pero a la vez interesante.

Fuente: Elaboración propia.



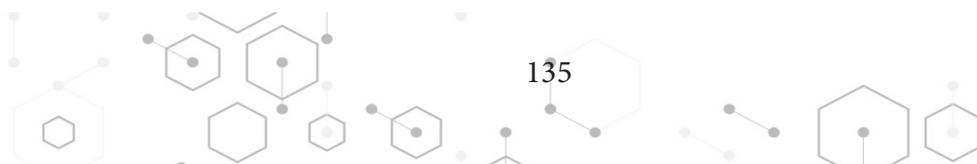


En estas categorías y acorde con la búsqueda de formar profesionistas realmente competentes, también mencionaron aspectos como el aprender por sí mismos, lograr el desarrollo del pensamiento crítico y la socialización, el aprendizaje en el trabajo colaborativo y a futuro, el trabajo interdisciplinar; además, consideraron que la dinámica del M-DECA hace interesantes los temas y motiva a aprender; todo esto, en congruencia con lo sostenido por Demercioğlu et al., (2013) quienes afirman un aumento significativo en el nivel de logros y la relevancia de la química en sus vidas al contextualizar el proceso pedagógico, pues el contexto es un puente a los aprendizajes.



El M-DECA conduce a la reflexión

Esta categoría es relevante, en tanto que refuerza los hallazgos de las anteriores. El M-DECA condujo a la reflexión, según las estimaciones de los estudiantes, quienes resaltaron dos aspectos relacionados con las secuencias, los cuales conformaron dos subcategorías principales: reflexión de los saberes y reflexión del contexto. Reflexionar sobre el contexto tanto como sobre el conocimiento, les permitió analizar y comprender los temas de estudio, e hizo posible aprender en contextos relacionados con su carrera. Los comentarios fueron diversos y reflejan los diferentes enfoques que, desde su opinión personal, elaboró cada discente; sus palabras constatan que adquirieron saberes nuevos y profundos; se advirtió la madurez y seguridad de sus respuestas, demostrando que las competencias se habían adquirido; además, el pensamiento analítico, el interés y la curiosidad se han desarrollado y con ello las habilidades científicas, tan necesarias en su profesión (V. figura 23, abrir su código QR).



Lo más importante que aprendí con M-DECA

Como lo más importante, destacaron de nuevo las categorías: “sí fue ayuda para aprender química” y “que sitúa en contexto”. Se observa la satisfacción personal por haber adquirido aprendizajes, darse cuenta que la asignatura está estrechamente relacionada con su carrera y su contexto profesional, así como la importancia, utilidad y aplicabilidad de los temas de estudio. Algunos estudiantes resaltaron el aprender por sí mismos y el trabajo colaborativo, evidenciando una vez más el logro de competencias de todo tipo (V. figura 24, a través de su QR).



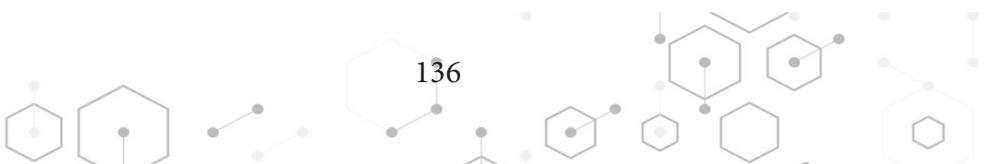
Lo más importante que registra la figura 24 es la percepción personal de los estudiantes acerca de las formas en que el modelo ayuda a aprender, cómo fue el proceso de adaptación a la nueva dinámica y el reto que se enfrentó al inicio.

Por otra parte, lo más importante sobre el M-DECA-sitúa en contexto es su eficacia para ubicar a los discentes en sus entornos profesionales y facilitar así la integración de los conocimientos y, en general, obtener aprendizajes

Algunos estudiantes se refirieron de forma global a lo largo del curso, mientras que otros señalaron un tema o evento específico que fue especialmente importante. Entre algunos comentarios del M-DECA favoreció el aprender por sí mismos, la importancia de la carrera, el trabajo colaborativo, aprendizaje significativo, entre pares. (V. figura 25, con el código QR).



De la misma forma, al identificar la importancia de la bioquímica del metabolismo, el hecho de investigar por sí mismos, la relación que advirtieron con su carrera y su aplicación en el ejercicio profesional, fueron descubrimientos de relevancia que les permitieron comprender el valor de la química y darse cuenta de la necesidad de aprenderla, como sucede también en otras carreras (López, et al., 2017).





Lo que más me gustó

Al referirse a lo que más les gustó al aprender mediante el M-DECA, los estudiantes manifestaron puntos de vista muy variados. Emergieron cinco categorías, aunque destacaron dos, la integración de aprendizajes y su realización en un contexto propio de su carrera. Dicha categoría surgió una vez más, ya que es vital y reconocida a través de distintos enfoques

Además, se valoró el gusto por la metodología como tal, la socialización en las tríadas o grupal, así como el aprendizaje colaborativo, en el aula o laboratorio.

La subcategoría de integración de aprendizajes, una de las principales, muestra que lo que más les gustó fue comprender los fenómenos bioquímicos proyectados en su carrera; el darse cuenta de que al comprender bien un tema todo era más fácil; entender por qué su carrera es multidisciplinaria o les demanda integrar aprendizajes de otras materias; todo esto relacionado con su futuro contexto profesional.

Los estudiantes a quienes les gustó que fuera en contexto, explicaron que fue como ver los saberes reflejados en la aplicación en general, o la relación con su carrera, que han podido comprender más claramente su profesión. Otros comentarios son que les gustó haber aprendido bien, haber comprendido. (V. figura 26, abrir su código QR).



Lo que no me gustó de M-DECA

A la pregunta sobre aquello que no les gustó, la mayoría de los estudiantes comentó acerca de lo que les había gustado; fueron pocos los comentarios que expresaron aspectos que no les gustaron, hubo cierta dificultad para seguir instrucciones escritas:

Cuadro 9. Lo que no me gustó del M-DECA.

Expresión verbal
No me gustó mucho la estructura de la actividad integradora.
Y lo que no me gustó fue que estuvo un poco pesado, pero valió la pena, pues adquirí mucho conocimiento nuevo.
El trabajo final lo sentí confuso.
No es tanto de mi agrado, pero es bueno hacer cosas nuevas.
Algo tediosa, pero siento que enriquece el aprendizaje.
Fue un aprendizaje muy confundido, aunque el ver los vídeos, hacer esquemas, etc., facilitó el aprendizaje, ya que hizo un poco más atractivo el querer aprender.

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, reconocieron que sí lograron desarrollar la actividad final y que sí aprendieron. La mayoría no externó dudas, lo cual denota el desarrollo del pensamiento analítico. Quienes tuvieron cierta dificultad, al final realizaron adecuadamente la última actividad; probablemente el trabajo entre pares subsanó dicha dificultad, pues todos desarrollaron las competencias en buen grado.

Lo más difícil del M-DECA

En este aspecto, las valoraciones de los estudiantes fueron diversas, pues cada quien evaluó según sus gustos o aptitudes. Entre los elementos estimados como difíciles estuvieron la dificultad para comprender los saberes, la investigación bibliográfica, el autoaprendizaje. Aun así, la mayoría comentó la satisfacción de haber logrado los aprendizajes a pesar de las dificultades encontradas (V. cuadro 10 o abrir su código QR).



Los episodios verbales fueron categorizados en tres principales: la comprensión de los temas, la búsqueda bibliográfica y el desarrollo de la actividad integradora final. Una cantidad significativa de estudiantes comentó que el M-DECA aportó mucho a la integración de saberes y al aprendizaje, mientras algunos otros comentaron que abonó al cambio en los patrones de desempeño, la satisfacción por los logros y el grado de autorregulación.



Otros resultados relevantes del M-DECA

Otros importantes resultados emergieron del análisis reflexivo a que se sometió los resultados finales; de tal ejercicio analítico surgieron hallazgos particularmente relevantes, como el desarrollo del pensamiento crítico, las relaciones sociales e interactivas en el aula, el cambio en los patrones de desempeño, el logro de las competencias estudiantiles y la formación docente-investigador, entre otras que a continuación se exponen.

Pensamiento crítico

Desde la perspectiva de desarrollar competencias de diverso tipo y en diferentes escalas, el M-DECA comprende y plantea impulsar y nutrir el pensamiento crítico, en tanto que es uno de los sustentos de dicho desarrollo. Una de las principales necesidades al aprender química es el pensamiento crítico. El presente estudio, desde su planeación, buscó aunar y fortalecer el pensamiento crítico empleando fundamentalmente dos vías: mediante la socialización en dos niveles, tríadas y grupo general; y a través del análisis de las situaciones-problema a la luz de ciertos referentes teóricos. Al inicio del curso, fue evidente que los estudiantes no contaban con adecuadas bases conceptuales para relacionar los elementos constitutivos del problema planteado, así que fue necesario motivarles para que se dispusieran a analizar, comprender y resolver el problema con base en un referente teórico confiable que, además, fuera ancla para nuevos aprendizajes (Cowden y Santiago, 2016; Orgill y Cooper, 2015); es decir, que ejercitaran el pensamiento analítico, crucial para comprender la bioquímica en el nivel universitario.

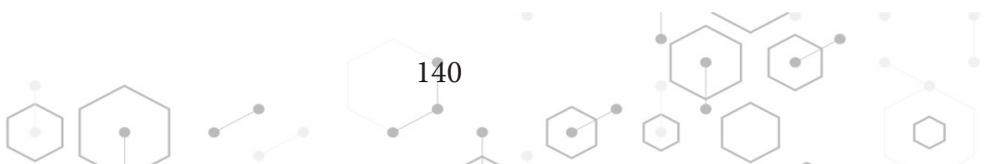
En las primeras secuencias, los estudiantes buscaban resolver el problema sin considerar el enfoque bioquímico, de forma superficial; la evolución fue gradual. En un primer momento fue indispensable crear conciencia sobre la necesidad de comprender las bases conceptuales; hubo alguna resistencia, pues cambiar o modificar algo cuando se está en una zona de confort provoca fuerte resistencia y episodios de interactividad y alteración de las relaciones sociales en clase. Cuando esto sucedió, la praxis docente debió conducir a motivar ese cambio de conciencia, haciendo evidente



lo que se requería para poder resolver adecuadamente el problema. En mi bitácora docente se lee: “el segmento de interactividad inicial es posible interpretarlo como tocar fondo, cuando la estudiante 016fP admite de forma abierta: “¡No sé maestra, no tengo idea!”, a pesar de haber consultado minutos antes fuentes de información; siguió un silencio grupal intenso”. Fue el momento de coyuntura o conflicto cognitivo, cuando la estudiante adquirió conciencia de que llegar a una solución requiere comprensión de conceptos y no sólo tener alguna idea o ideas sueltas, pues no son suficientes para resolver un problema contextual sencillo; le fue evidente tal insuficiencia al no lograr establecer la relación lógica, al igual que sus compañeros de tríada, pues sus comentarios no denotaban un contexto de reflexión que condujera a la comprensión del problema. Pero esa consciencia del problema no entendido ni resuelto, fue clave para empezar a construir su competencia crítico-analítica: “cuando reflexionaron y adquirieron suficiente confianza para sobreponerse a su propio conflicto” (Perrenoud, 2011).

En ese momento, el papel docente fue de apoyo mediante preguntas, buscando enfocar el problema en el contexto de la asignatura y tratar de encontrar algún aspecto ancla como punto de partida; finalmente, dieron la pauta otros estudiantes; al inicio, de forma dudosa externaron sus puntos de vista, algunos encauzados, la mayoría correctos, cuando uno de ellos señaló: “yo digo que habría...” sus palabras eran producto de una reflexión profunda del tema que se trataba. Esta vivencia mostró el enfoque de las relaciones grupo-clase, el nivel de motivación por el estudio, el rendimiento escolar; el momento de conflicto para la estudiante 016fP al comprender y reconocer que su nivel de conocimiento no le permitía resolver el problema, significó un momento de reflexión personal, un quiebre cognitivo de carácter transversal; la adopción del modelo se iniciaba, el interés empezaba a despertar.

Otro estudiante, 011fP, tomó la iniciativa y presentó su razonamiento; no era del todo correcto, pero era producto de un conflicto cognitivo de corte longitudinal superado, pues con base en el pensamiento crítico-analítico logró la comprensión del planteamiento de manera introspectiva. Además, asumió la confianza de tomar la palabra y marcó el camino a seguir; en adelante, muchas soluciones se lograrían de forma colegiada, entre pares a nivel grupal.





En el episodio anterior fue posible identificar varios aspectos sobresalientes: o11fP logró interpretar y utilizar los conocimientos para integrarlos al contexto planteado, llegar a una solución (Roegiers, 2007) y disponer de los elementos necesarios al aprender química (Orgill y Cooper, 2015).

A partir de los eventos relatados, se observó cómo las variables de intervención empezaron a cambiar en el grupo general. Viraron hacia un enfoque de motivación por el estudio, participación y rendimiento escolar, que incluía las relaciones grupo-clase.

En mi cuaderno de notas docentes se lee: "Algunos estudiantes están haciendo conciencia sobre la metodología de aprendizaje, donde no bastan algunos conceptos vagos, sino el comprenderlos para resolver las situaciones en contexto; se avizora una nueva forma de enfrentar un problema, tratando de utilizar una lógica apegada a la bioquímica para llegar a la solución, este momento debe aprovecharse para desarrollar su capacidad de análisis. Debo lograr que el tema les parezca interesante".

Gradualmente, uno a uno, los estudiantes mostraron el desarrollo del pensamiento crítico, a partir de su propio conflicto cognitivo; en ocasiones hacían preguntas buscando aclarar sus ideas y poder integrar, mientras algunos aún se observaban perplejos o pensando en su idea de solución, aún dudosos, la docente animaba a que las externaran, muchas de esas ideas eran correctas y sólo faltaba algún detalle para integrar la solución.

En las demostraciones de formas iniciales de razonamiento, en una secuencia de pensamiento químico, primero se presenta un razonamiento relacional, una explicación no causal; después, una progresión de aprendizajes que conducen a argumentos basados en un pensamiento complejo (Moon et al., 2016).

En las últimas secuencias, se observó que la mayoría de los estudiantes desarrolló el pensamiento crítico; algunos en mayor proporción, otros poco menos, pero todos evidenciaron en su discurso cómo cada concepto, planteamiento o problema era analizado, reflexionado, enriquecido o cuestionado a profundidad (Erhart et al., 2016). También estaban probando cómo el desarrollo del pensamiento crítico se favoreció partiendo de las situaciones-problema (Ramos-Mejía, 2018).

En el diálogo reproducido a continuación, el estudiante o5mP retoma conceptos del tema anterior y motiva a sus compañeros al análisis y



la reflexión; ambas eran profundas al enfrentar un problema en contexto, relacionado con electrolitos y buffers y el balance ácido-básico del cuerpo humano:

05mP —[...] los electrolitos son muy esenciales, porque nos ayudan en muchos procesos esenciales, nos dan impulso neuronal, Calcio, en la célula principalmente es el Potasio en la Bomba Sodio-Potasio, así es prácticamente en todo, entonces los electrolitos o buffers tienen mucha utilidad en el ámbito de la salud.

04mP — ¿Sí, sube la cantidad de Sodio?

05mP —El agua se va para arriba ¡Al aumentar se guarda mucha más agua!

04mP —Empiezan a batallar los riñones, tengo entendido que con el Potasio se afectaba la tiroides.

05mP —Con el potasio, pues para que esté bien, si hay mucho Sodio se absorbe Potasio, si hay mucho Sodio, se absorbe, se requiere mucho Cloruro para equilibrar, el Sodio ¿qué es?

12mP —Positivo.

011fP —Es positivo 1:1.

05mP —Del lado derecho, con un negativo, hace equilibrio. Las enzimas para que funcionen bien deben estar Sodio-Potasio equilibrados.

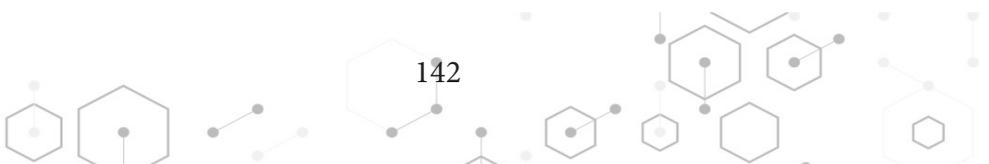
Y asimismo, muestra la habilidad para introducirse al tema de clase; una habilidad proporcionada por el bagaje de conocimientos y la integración con clases anteriores. Esto le permite rápidamente comprender el problema y llegar a la solución.

La evolución gradual del desarrollo del pensamiento crítico es congruente con sus expresiones al final del curso. En esos testimonios exponen cómo hicieron conciencia de la mejora que habían adquirido para analizar las situaciones-problema, cómo pueden valorar esa capacidad de análisis; destacan algunos comentarios (V. cuadro 11 a través del QR).



Las relaciones interactivas y sociales en el aula

La mayoría de los hallazgos en este renglón acontecieron simultáneamente, conforme se desarrollaba el proceso. Destaca de forma importante la evolución de las variables de la intervención y las categorías de análisis; entre las primeras: entorno, empleo del espacio-tiempo e interactividad de



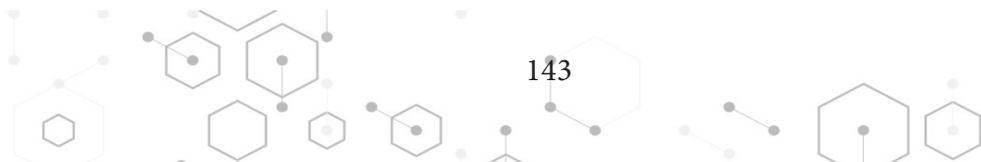


los actores y, entre las categorías: actividades de aprendizaje, evidencias de desempeño o la evaluación, algunas otras que fueron evidentes de forma intempestiva: como el conflicto cognitivo, que no había denotado su evolución.

Un ejemplo que destaca fueron las relaciones sociales entre los actores estudiante-docente, que involucraba continuos segmentos de interactividad e incidentes muy obvios en las etapas iniciales. El cambio permitió una evolución y hacia las etapas finales los incidentes y la interactividad desaparecieron y se dio paso a un ambiente de cordialidad y confianza, en el que los discentes sentían la libertad de expresarse, incluso cuando no habían realizado las actividades previas, o estas eran incompletas o simplemente cuando no comprendían algún concepto, se advertía el interés en conocerlo, comprenderlo y aprender de ello; mientras, el ambiente de estudio continuaba.

En adición, se desarrolló una nueva organización grupal enfocada en el estudio; los patrones de integración también evolucionaron; al inicio, los estudiantes formaron las tríadas entre amigos; luego, con la aparición de líderes grupales, quienes a su vez desarrollaron más rápidamente habilidades de pensamiento crítico y aprendizajes, ellos mismos apoyaron a sus compañeros, como una forma de tutoría entre pares cercanos (Aznar et al., 2018); los estudiantes más evolucionados promovieron la integración de tríadas afines al estudio, ellos iniciaban la integración de conocimientos y gradualmente explicaban a sus tríadas, después todos llegaban a soluciones conjuntas.

Asimismo, cambiaron de manera relevante los patrones de participación; las actividades de socialización, al inicio totalmente inducidas, sin clara conciencia de cuándo empezaron los estudiantes a interesarse por los contenidos y buscaron aprender más de ello, transitaron a una fase en la que se motivaron e involucraron, hecho que permitió evolucionar hacia una participación razonada, consciente, libre y ordenada, de aportación y apoyo a sus compañeros; tal progreso motivó la confianza de los menos evolucionados y su deseo de participar. Durante la socialización grupal, ya fuera debate o mesa redonda, la mayoría de los estudiantes buscaban presentar primero las soluciones, robar la oportunidad si alguien dudaba o enriquecer con algún comentario, excepto la tríada de los "serios"; esta actividad llegó



a ser la parte más esperada, dinámica y colegiada, totalmente integrados, centrados en el aprender y participar, porque comprendían el tema.

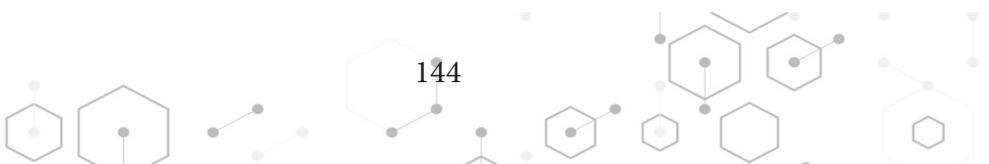
Como se lee en el diario de campo: "Al tomar la palabra se les observaba atentos, interesados y mostrando cómo ellos analizaban y llegaban a soluciones, por el simple hecho de manifestarlo, no por demostrar que comprendían el problema o lo hacían mejor que otro, simplemente comprendían el concepto o llegaban a la solución y la compartían", olvidados en alguna medida de las formas y del rol que asumían, tomaban la palabra con plena confianza de aportar para el grupo y para ellos mismos, algunos lo hacían presentando alguna duda que era aclarada por otros inmediatamente".

Todos estos cambios evidenciaron de forma clara la evolución hacia un aprendizaje entre pares, en el que imperó la confianza para formar grupos informales, decidirse y motivarse a aprender con sentido crítico y compartirlo, en un diálogo reflexivo y pertinente; se abrieron a la metodología de aprendizaje, al ver la clase desde una perspectiva diferente, al buscar la solución de manera colegiada, evidenciando el sentido de reto y la automotivación intrínseca, saberes esenciales en la perspectiva de competencias (Tobón, 2017). Esta fue una devolución adicional muy importante, pues los hábitos de estudio, su crecimiento metacognitivo y trabajo colegiado se fortalecieron lo mismo que sus aprendizajes y competencias adicionales que, mediante una evaluación tradicional no pueden ser evaluados; sin embargo, ellos mismos lo evidenciaron al evaluar su experiencia, su grado de conocimientos, aplicación en contexto y el proceso de aprendizaje en sí (Smith, 2016).

Patrones de desempeño

El impacto del M-DECA fue gradual. Al inicio sólo algunos estudiantes, poco a poco un mayor número empezó a participar, a la vez que las intervenciones se hacían más profundas o analizadas, cada quién según sus posibilidades y forma de aprender (Zabala, 2000).

El ambiente de la clase fue determinante en la transformación; los incidentes críticos y los segmentos de interactividad muy frecuentes al inicio dejaron de presentarse; los hábitos de estudio, el grado de autorregulación, primero imperceptible, ya en las secuencias finales se observó plenamente desarrollado; evidenciado, como las situaciones-problema ge-





neraban expectación e interés, desde la clase previa preguntaban e insistían en saber en qué iría a consistir el problema, sabían el camino y tomaban el reto para llegar a la solución correcta. Ello favoreció la adquisición de las competencias actitudinales, esenciales en el desarrollo humano, lo mismo que el responsabilizarse de su propio aprendizaje. Debo destacar que no buscaron exhibir sus reuniones en la biblioteca ni tampoco buscaron alguna concesión por el trabajo extra clase; sólo buscaban poder dar respuesta a las situaciones-problema. Algunos partían del estudio individual; después, colegiado en varias triadas. Al final, la mayor parte del grupo, varias horas antes de la clase, cuando el diseño de docencia se había definido como lectura y análisis del problema de forma individual, evolucionó a un trabajo colaborativo que logró gran desarrollo, ya que ambas actividades son compatibles cuando se organizan como lecturas interactivas en grupo, profundas y de aplicación, pues estimulan los procesos de conocimiento y aprendizaje significativo. Además, evidencian que más allá del estilo de aprendizaje de cada quién, se pueden observar distintas formas de integrarse en las tríadas y grupalmente, la comunicación, el liderazgo, el desempeño personal y en grupo, además de lograr una actitud positiva para el trabajo colaborativo (Arenas et al., 2017) y el desarrollo del pensamiento crítico, favorecido por las situaciones-problema (Ramos-Mejía, 2018). El integrarse en un plan de trabajo en conjunto fue muy enriquecedor; sobresalen las actividades previas en la biblioteca y en el aula, la interacción de las tríadas, las mesas redondas y los debates.

Mientras, en las competencias actitudinales destacan su ubicación en el contexto de ciencias de la salud y de labor profesional, en torno a un paciente, para lo cual deberán contar con capacidades como analizar, tener juicio clínico y comunicación de forma empática (Pinilla, 2019).

El informe final

El informe final o última parte del análisis a profundidad de la práctica y valoración de esta experiencia, incluye aspectos relevantes, como mostrar el resultado del proceso y su estado final, tanto desde el enfoque estudiantil como del de la docente-investigadora, para cerrar con la propuesta de refinamiento su disseminación.

Diseño de la docencia

El diseño de docencia fue quizá el renglón que experimentó más cambios, ya que considera la organización de todas las actividades y el momento para cada una. Evidentemente, con antelación no se conoce a los estudiantes ni sus conocimientos previos reales, se asumen, por su nivel de estudios, mas no con la certidumbre de un diagnóstico inicial, de cada uno o su historial previo; aspectos que sin duda influyeron en los cambios o ajustes que se realizaron, como la utilización del lenguaje o los discursos, actividades de aprendizaje en clase o extra clase y, de manera especial, ajustes en pro de las relaciones sociales (Kemmis, 2007).

Desde las primeras clases se vio la necesidad de unos cambios, y otros, conforme avanzaban las secuencias, buscando llegar a los objetivos o a un mejor resultado; algunos se planeaban para el resto del curso, otros con antelación a la clase y otros más durante la intervención. En todos, el objetivo era lograr el desarrollo de las competencias o el aprendizaje del tema, rescatar algún momento valioso, motivar a los estudiantes, regular las ayudas docentes o mejorar las relaciones sociales, entre otras. Destacan algunos que se realizaron de acuerdo con la evolución y madurez del grupo.

El contrato didáctico también se ajustó varias veces. Incluía derechos y responsabilidades de todos los actores, las negociaciones sobre aspectos del contrato fueron más frecuentes al inicio del curso, algunas muy intensas, imprevistas, en acción; en muchas, fue necesario ceder en algún aspecto para lograr que el proyecto fuera motivante, captara su interés, representara un reto a lograr, cuidando que las ayudas docentes no interfirieran en el estudio o bien la mejora del ambiente en el aula, aspectos que se salvaguardaron y finalmente lograron su objetivo (Brousseau, 1986; como se citó en Guzmán et al., 2014), que no era otro más que el dinamismo del diseño de docencia y el contrato didáctico permitieran abordar las situaciones-problema y las estrategias nuevas, o bien poner en práctica otras formas de instrumentar la didáctica cuando no se están obteniendo los aprendizajes esperados. Como ocurrió en cierto momento del presente estudio, cuando los incidentes críticos y la negativa de trabajo echaron por tierra el contrato didáctico e hicieron peligrar el desarrollo del proyecto. La acción tomada como último recurso para lograr vencer la resistencia al cambio y que los estudiantes se abrieran a la metodología de estudio, la



cual involucraba distintos roles y responsabilidades, se logró negociar y se obtuvo que los estudiantes trabajaran de acuerdo con el programa formativo, siempre y cuando existiera una clase magistral docente al final de cada tema, solicitud contraria a los lineamientos de M-DECA para el aprendizaje, en tanto participación tradicional del docente. Pero tal condición se aceptó, buscando hacer sinergia, seguir trabajando según el programa formativo, afectando lo menos posible su desarrollo, ya que la explicación docente sería una actividad de cierre al final de cada secuencia, cuando todas las actividades de aprendizaje ya se hubiesen desarrollado y se observaran actitudes de colaboración (Guzmán, et al., 2014; Perrenoud 2011; Tobón, 2010). De esta forma, se logró la realización de las actividades previas, del salón de clase y de tareas complejas, que gradualmente los involucró y motivó a una participación activa y reflexiva, en un proceso que al final los llevó a asumir su nuevo rol y, consecuentemente, como docente, me permitió asumir el papel de moderadora o facilitadora en la construcción del conocimiento.

El cambio de roles para docente y estudiantes fue total y enriquecedor; los estudiantes se observaban en situación de aprendizaje, tanto en sus intervenciones en la tríadas como en el diálogo grupal, donde profundizaban, discutían y analizaban; cuando alguien proponía algún concepto nuevo o algún ejemplo, todos retomaban diferentes recursos e integraban aprendizajes entre pares cercanos o de forma grupal; cada quien aportaba algo, por lo que el aprendizaje se hacía evidente en las entregas a cada momento, como parte de la autonomía que proporciona la madurez intelectual y actitudinal (Roegiers, 2016); esta participación activa, responsable, comprometida y colaboradora, enfocada en aprender y comprender más, posibilitaba a los más avanzados, que se observaban inquisitivos, autorregulados, apoyar a su tríada y construir conocimientos colaborativamente (Díaz Barriga, 2010).

En cuanto al papel docente, que inició tipo bancario, terminó siendo figura y apoyo, quien organiza, conforma, capacita, se mantiene a distancia, supervisa el quehacer, convoca a pensar, somete a prueba el pensamiento, fomenta el interés y el movimiento.

Formación del docente investigador

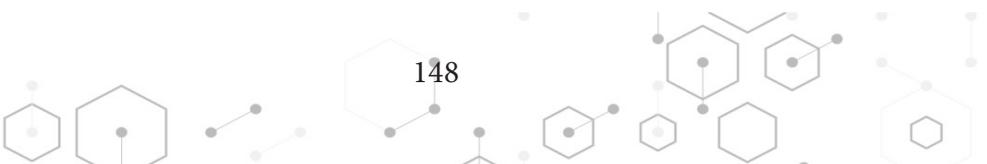
Uno de los fundamentos de un proceso de este tipo, es formar un enseñante reflexivo, que evoluciona a través de la reflexión de su propia práctica y la generación de teorías pedagógicas adecuadas a su estilo de enseñanza-aprendizaje, teniendo como base un método integrado por estrategias, decisiones y acciones de todos los involucrados y con influencia en el proceso.

Este estudio partió de la conciencia sobre la necesidad de cambios en la práctica docente, en particular en la enseñanza de la química, aunque con validez para la praxis general. Se planteó alcanzar un objetivo, general, en todo el proceso, y a la vez de manera específica en cada etapa: en la integración del proyecto, durante la intervención áulica y al realizar el análisis de los resultados.

El proyecto formativo (Kemmis, 1988) surgió de una reflexión inicial clara y enfocada en el reconocimiento de la problemática, su contexto y en cómo se articularía el estudio a los enfoques social, cultural y educativo. En este proyecto, busqué anticiparme a la acción lo más posible, teniendo en mente la responsabilidad temática, sin perder la dimensión social ni la flexibilidad, y considerando imponderables como el conocimiento de las personas y los imprevistos. Además, sopesé disponer del plan previo, del plan durante y sobre la acción, siempre teniendo en vista dar sentido a las aportaciones de los estudiantes mediante retos complejos pero alcanzables, ayudas contingentes y la promoción del desarrollo mental, la autoestima y la comunicación.

En referencia al enfoque docente-investigador, lograr el gran cambio en los estudiantes, desde sus inseguridades y negativas, hasta los aprendizajes obtenidos y la confianza en sí mismos, fueron resultados muy importantes; para alcanzarlos, fue preciso poner en práctica todas las teorías y herramientas al alcance, así como una honda labor reflexiva “en acción” de todas las variables, en aras de lograr los objetivos.

Fueron procesos muy relevantes, mostraron la adquisición de las competencias docentes y el valor de la propuesta didáctica del M-DECA. El nivel de desarrollo competencial alcanzado en mi praxis enseñante/investigadora y que evidencian lo anterior, se describe en la tabla 7 (a partir del código QR).



La trayectoria del proyecto permite observar cómo fue su adquisición, partiendo del desarrollo del proyecto formativo y su aprobación, seguido por su aplicación al intervenir en el aula, ambas etapas correspondieron a niveles básicos de desempeño y de adquisición de competencias; el siguiente nivel, iniciado antes de terminar la propuesta metodológica, con la clara conciencia de buscar resultados de valor; continuó durante la intervención y al analizar los hallazgos, en los cuales quedó evidenciada su utilidad y el aporte de logros, logrando que estos resultados fuesen realmente valiosos, generados a través de las prácticas reflexivas, y permitieron a la vez, la construcción de una identidad profesional como profesor investigador (Jarauta-Borrasca, 2017; Marín et al, 2013).

Epílogo

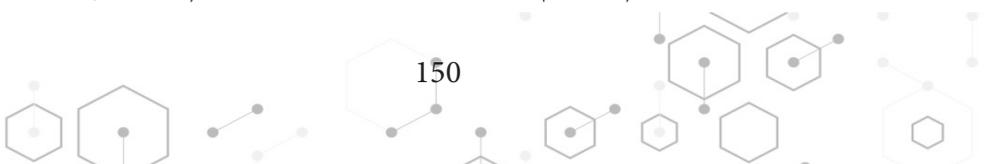
Luego del recorrido que se ha expuesto en los capítulos precedentes, en cuyo trayecto han surgido no sólo hallazgos y atisbos de vigorosas formas de enseñar y de aprender, sino también dudas y preguntas cuya resolución o examen ya trazan un itinerario de investigación, queda aquí inventariar o recapitular en torno a la importancia de los citados hallazgos y las develaciones generadas por una didáctica que, en lo esencial, plantea la construcción, individual y grupal, subjetiva y a la vez objetiva, de respuestas y soluciones viables frente a situaciones problemáticas o conflictivas.

Si inicialmente el proyecto se planteó con el objetivo general de valorar qué efectos se obtendrían de aplicar una estrategia didáctica proveniente del enfoque por competencias (Modelo M-DECA) en una intervención áulica real de la asignatura de química, en el nivel universitario (en la UACH), el mencionado objetivo no sólo se alcanzó plenamente, como lo he mostrado en el capítulo anterior y final, sino que abrió un escenario promisorio tanto si se pondera la investigación educativa, como si se proyecta una didáctica de la ciencia o bien se trabaja en la experimentación y la innovación pedagógicas.

Una conclusión primordial de ese trayecto social y pedagógico que he recorrido y expuesto, es que este tiene su base y su origen en el proceso de formación docente. De hecho, viene a confirmar la ineludible exigencia de formar pertinente y complejamente a quienes se dedican a la docencia.

Fue precisamente en ese proceso de formación docente al que arribé con un buen capital de dudas, incertidumbres e interrogantes, el espacio donde se gestó la estrategia didáctica que en estas páginas he narrado. En esa instancia académico-laboral-profesional se originó y se fue fraguando la alternativa didáctica que mi praxis como enseñante requería para enfrentar los problemas y limitaciones de la enseñanza de la química, en todos los niveles educativos, aunque en mi caso concerniera al nivel universitario.

Al desarrollarse ese proceso formativo acertadamente, surgió la perspectiva de una pedagogía distinta, cuyas propuestas clave consisten en impulsar y valorar los saberes y los conocimientos en correlación con la práctica; saber y conocer se convierten en praxis y desde esa dimensión





práctica son susceptibles de aprenderse, comprenderse y ser apropiados por el sujeto cognoscente, que se transforma a sí mismo en sujeto competente.

En ese espacio de formación docente surge, se diseña, se analiza y se somete a evaluación el proyecto formativo. Este demostró su valor al convertirse en el instrumento para evaluar competencias estudiantiles y docentes.

Asimismo, con el trabajo áulico (apoyado y nutrido por el diseño de secuencias, cuyos ejes son las situaciones problematizadas y a-didácticas) y el de investigación-acción, se demostró la alta posibilidad de adquirir y/o consolidar competencias en los estudiantes, aun cuando sus conocimientos previos sean escasos o se presenten con desorden. Las situaciones-problema y las preguntas guiadas fueron los principales instrumentos y motivadores no sólo de los nuevos aprendizajes, sino de nuevas formas de aprender. La metodología del Modelo DECA mostró su real eficacia.

La adquisición de competencias de todos los actores, evidenció que el M-DECA no se limita a cierto nivel de escolaridad o cierto tipo de estudiantes, sino que es suficientemente robusta y versátil para utilizarse en cualquier ámbito educativo y las limitaciones son acotadas básicamente a factores como tiempos disponibles y la decisión de realizarlo.

La aplicación del proyecto formativo en el salón de clase logró demostrar que es posible alcanzar plenamente todos los objetivos planteados. La intervención áulica, pese a estar concebida con esmero y disponer de un diseño de docencia fuerte en las situaciones-problema planteadas, hubo de enfrentar factores imponderables. Estas contrariedades también resultan útiles, al poner frente a la mirada del docente/investigador la distancia que puede haber entre los planes y proyectos didácticos y la realidad sociocognitiva a la cual se enfrenta, así como la necesidad de cambios en acción.

La intervención pedagógica aquí analizada mostró que, pese a las incidencias y vicisitudes, todos los estudiantes, independientemente de su historia educativa, la diversidad de capacidades o de llegada al conflicto cognitivo, todos son capaces de desarrollar las competencias, el límite sólo son los tiempos establecidos para un determinado curso.

En el presente proyecto y su respectiva intervención pedagógica, también se evidenció que como docentes no es posible escapar ni permanecer al margen de los adelantos tecnológicos. Las competencias del do-



cente investigador incluyen el uso de las TIC's en la mejora de los procesos educativos.

Igualmente, las formas de evaluar no pueden quedar rezagadas de las transformaciones tecnológicas, sociales y culturales. La evaluación auténtica constituyó uno de los principales objetivos de la investigación y uno de los principales retos docentes; conforme se evolucionó en el proceso formativo, se hizo evidente cómo los estudiantes gradualmente adquirirían las competencias, una a una y más madura cada vez. De esta forma, la observación reflexiva de esas manifestaciones, en cada una de las entregas, al socializar, durante su discurso entre pares o grupalmente, permitió a los estudiantes hacer evidente su adquisición de competencias y a la docente evaluar tal evolución. Así, se logró desarrollar una verdadera evaluación auténtica de las competencias alcanzadas y no una evaluación tradicional y básicamente conceptual.

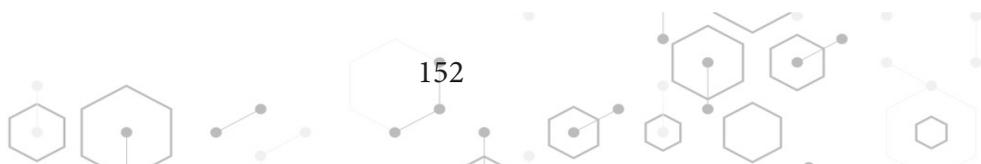
Por otro lado, de acuerdo con los objetivos de investigación, se sentaron las bases del desarrollo de las competencias en docencia-investigación, pues se integró la práctica reflexiva y las relaciones sociales como parte de la experiencia humana, con un sentido transformador, que le permitió analizar de forma ética y crítica su propia práctica y mejorarla en términos de valor, ya que se reflejó en el actuar, con plena consciencia de su impacto en la escolarización y la sociedad.

Por lo anterior, este estudio se revalida como una investigación en acción, pues favoreció el desarrollo profesional, la autonomía, la búsqueda de nuevas alternativas y el trabajo colaborativo, aunado al desarrollo del pensamiento crítico, de valores y la integración de conocimientos, objetivos observados ampliamente en la etapa de madurez del proceso.

Se puede considerar que se encontró un reducido número de limitantes para el desarrollo del estudio, entre las cuales se encuentran la resistencia al cambio por parte de los estudiantes, quienes se sienten en una situación cómoda con los esquemas tradicionales que han interiorizado durante su vida escolar.

El bajo nivel de conocimientos previos de los estudiantes al inicio del curso.

Falta encontrar el balance ideal entre los requerimientos de la metodología en estudio y las ayudas docentes, es decir, aprendizaje por sí mismos, clase magistral y trabajo extra clase.





Asimismo, es preciso crear conciencia respecto de su capacidad para aprender. Por otro lado, para futuros trabajos de investigación, se sugiere que, dado su carácter interdisciplinario, es posible emplear el M-DECA en otras asignaturas, sobre todo las relacionadas con ciencias, que representan dificultad para los estudiantes, con muchas posibilidades de poder desarrollar las competencias buscadas.

Como profesores en la era digital, es importante mantenerse al día en las innovaciones digitales que continuamente se desarrollan y que brindan gran apoyo en los procesos de enseñanza; en este caso se aplicó el programa *Tumult Hype* y todas sus posibilidades en una secuencia a manera de prueba, con muy buenos resultados; en un curso completo brindará gran apoyo para la mejora de los procesos y ambientes de enseñanza, utilizando programas sencillos abiertos al público.

Crear colectivos o círculos de profesores interesados en mejorar su práctica pedagógica empleando el M-DECA y las teorías en que se fundamenta, de forma que se establezcan comunidades de mejora en sus modelos de enseñanza-aprendizaje y finalmente de la educación en general.

Referencias

- ABDI-RIZAK, M.W. y Odowa, N. (2015). Creative exercises (CEs) in the biochemistry domain: an analysis of students' linking of chemical and biochemical concepts. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2015(16), 747-757. <https://doi.org/10.1039/c5rp00110b>
- ABDI-RIZAK, M.W. (2016). Using cooperative learning to teach chemistry: a meta-analytic review. *ACS Publications. Journal of Chemical Education*, 93(2), 248-255. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00608>
- ALEGRE-AGÍS, E. y Riccò I. (2017). Contribuciones literarias, biográficas y autoetnográficas a la antropología médica en España: el caso catalán. *Salud Colectiva*, 13(2), 279-293. <https://doi:10.18294/sc.2017.1203>
- ALVARADO-HERNÁNDEZ, K.W. (2012). *Incidencia de los trabajos prácticos en el aprendizaje de los estudiantes de Química General I en conceptos de materia, energía y operaciones básicas, en la UPNFM de la sede de Tegucigalpa*. (Tesis para obtener el título de Magister en Educación en Ciencias Naturales con Orientación en la Enseñanza de la Química). [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Tegucigalpa.
- ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, C. y San Fabián-Maroto, J.L. (2012). La elección de estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología. Universidad de Oviedo*, 28(1), artículo 14. <https://doi.org/10.30827/Digibug.20644>
- ANGAWI, R.F. (2014). Using a problem solving-cooperative learning approach to improve students' skills for interpreting ¹H NMR spectra of unknown compounds in an organic spectroscopy course. *J. Chem. Educ.*, 91(6), 823-829. <https://doi.org/10.1021/ed4004436>
- Araya-Ramírez, J. (2014). El uso de la secuencia didáctica en la educación superior. *Revista Educación*, 38(1), 69-84. ISSN: 0379-7082. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44030587004>
- ARENAS-MADROÑERO, C.E., Tamez-Almaguer, R. y Lozano-Rodríguez, A. (2017). Los estilos de aprendizaje y su relación con el aprendizaje colaborativo en cursos virtuales. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 10(20), <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/1066>



- AUSUBEL, D.P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (2006). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- AZNAR-DÍAZ, I., Cáseres-Reche, M.P. y Rodríguez-García A.M. (2018). Las comunidades virtuales de aprendizaje como promotoras del desarrollo de competencias y aprendizaje entre iguales: una experiencia en educación superior. En Roig-Vila, R. (Editor). *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior*. (Edición digital PDF, 39-48). Ediciones Octaedro, S.L. <https://octaedro.com/libro/el-compromiso-academico-y-social-a-traves-de-la-investigacion-e-innovacion-educativas-en-la-ensenanza-superior/>
- AZORÍN-ABELLÁN, C.M. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. *Perfiles Educativos*, 40(161), 188-194. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.161.58622>
- BALDERRAMA-CAMPOS, J.L. y Padilla-Martínez, K. (2019). Developing scientific thinking skills through teaching chemical reaction with inquiry-based teaching. *Revista Educación Química*, 30(1). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.64614>
- BALLADARES-BURGOS, J. (2018). Blended learning and digital education of university teaching staff. *Revista Cátedra*, 1(1), 53-69. <https://doi.org/10.29166/catedra.v1i1.762>
- BARBA-GUAMÁN, L.R., Valdiviezo-Díaz, P. y Aguilar, J. (2018). Gestión emergente de espacios colaborativos de aprendizaje. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao*. E15(04), 271.281. www.risti.xyz/issues/ristie15.pdf
- BARBOSA-CHACÓN J.W. y Barbosa-Herrera, J.C. (2017). Sistematización de experiencias educativas: un soporte para la educación virtual. *Revista ESPACIOS*, 38(45), 29-41. Indexada en Scopus. <http://www.revistaespacios.com/a17v38n45/17384529.html>
- BLANCHARD, M., & Muzás, M. (2016). Los Proyectos de Aprendizaje: un marco metodológico clave para la innovación. Narcea ediciones.
- BLANCO, M. (2012). ¿Autobiografía o autoetnografía? *Desacatos*, 38, 169-178.
- BODDLEY, K., y De Berg, K. (2015). The impact of nursing students' prior chemistry experience on academic performance and perception of relevance in a health science course. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2015(16), 212-227. <https://doi.org/10.1039/c4rp00240g>

- BOLÍVAR, A. y Domingo, J. (2019). *La investigación (auto)biográfica y narrativa en educación*. Octaedro.
- BRETZ, S. L., Fay, M., Bruck, L.B. y Towns, M. H. (2013). What faculty interviews reveal about meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory. *J. Chem. Educ.*, 90(1), 281–288. <https://doi.org/10.1021/ed300384r>
- BROMAN, K. y Parschmann, I. (2014). Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2014, (15), 516–529. <https://doi.org/10.1039/C4RP00051J>
- BROUSSEAU, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Libros del Zorzal.
- BROUSSEAU, G. (2015). *Comentarios 2015 de Guy Brousseau sobre su primer libro de 1964. Para los participantes del "Congreso Internacional de Didáctica de la Matemática. Una mirada epistemológica y empírica (Santa Marta, Colombia 2015)"*. 1-13. <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2015/04/65-Dunod.pdf>
- BROVELLI-SEPÚLVEDA, F., Cañas-Urrutia, F. y Bobadilla-Gómez, C. (2018). Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje de química en escolares chilenos. *Educación química*, 29(3), 99 – 107. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63734>
- BROWN, R. (2015). La evaluación auténtica: El uso de la evaluación para ayudar a los estudiantes a aprender. RELIEVE. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 21(2), 1-10. <https://doi.org/10.7203/relieve.21.2.7674>
- BUSSEY, T.J., Orgill, M.K. y Crippen, K.J. (2013). Variation theory: A theory of learning and a useful theoretical framework for chemical education research. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2013(14), 9-22. <https://doi.org/10.1039/c2rp20145c>
- CAAMAÑO, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, indagación y modelización. *Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales*, 69, 21-34. https://www.researchgate.net/publication/283363895_Ensenar_Quimica_mediante_la_contextualizacion
- CAMPOS, M.G. y Campos, R. (2018). Estilos de aprendizaje preferidos por los estudiantes de nutrición. *Educación Química*, 29(2), 87–98. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.2.63732>





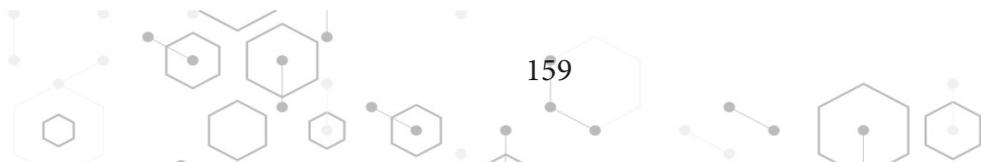
- CANABAL, C. y Margalef, L. (2017). La retroalimentación: la clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(2), 149-170. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56752038009>
- CANO-GARCÍA, M.E. (2015). Evaluación por competencias en educación superior. Madrid: La Muralla. En Parcerisa, A.A. (2016), *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 20(1), XX-XXII. Universidad de Granada. <https://www.redalyc.org/pdf/567/56743410028.pdf>
- CÁRDENAS, F.A., y Pastrana, L.H. [Editores Académicos]. (2016). *Aprendizaje y evaluación auténtica. Experiencias y perspectivas de aplicación*. Facultad de ciencias de la educación, maestría en docencia. Universidad La Salle. Kimpres S.A.S.
- CARLINO, P. (2005). Revisión entre pares: Un proceso y una práctica social que los posgrados pueden enseñar. Exposición invitada en el panel sobre "Análisis del discurso científico". X Congreso anual de Lingüística, Salta, Sociedad Argentina de Lingüística y la Universidad Católica de Salta. <https://www.aacademia.org/paula.carlino/g>
- CASTILLO, A., Ramírez, M. y González, M., (2013). El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. *Omnia*, 19(2), 11-24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73728678002>
- CELAYA-RAMÍREZ, R., Lozano-Martínez, F. y Ramírez-Montoya, M.S. (2010). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan recursos educativos abiertos en educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(45), 487-513. https://www.researchgate.net/publication/260765798_Apropiacion_tecnologica_en_profesores_que_incorporan_recursos_educativos
- CHEVALLARD, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado* (3ª ed.). Aiqué grupo editor.
- CHEVALLARD, Y. (2004). Hacia una didáctica de codisciplinariedad. Notas sobre una nueva epistemología escolar. UFM d'Aix-Marseille & UMR ADEF. 1-13. http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Vers_une_didactique_de_la_codisciplinarite.pdf
- COMBONI, S. y Juárez, J.M. (2007). *Introducción a las técnicas de investigación*. Trillas.
- COOK, E., Kennedy, E. y McGuire, S.Y. (2013). Effect of teaching metacognitive learning strategies on performance in general chemistry courses. *J. Chem. Educ.*, 90(8), 961-967. <http://doi.org/10.1021/ed300686h>



- COOPER, M.M., Underwood, S.M., Hilley, C.Z. y Klimkowsky, M.W. (2012). Development and assessment of a molecular structure and properties learning progression. *J. Chem. Educ.*, 89(11), 1351-1357. <http://doi.org/10.1021/ed300083a>
- COWDEN, Ch.D. y Santiago, M.F. (2016). Interdisciplinary explorations: Promoting critical thinking via problem-based learning in an advanced biochemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(3), 464-469. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00378>
- CROSS, C. (2019). Experiencia y cambio cultural en investigación acción participativa: claves para la vigilancia reflexiva de la intervención académica. Estudios sobre las culturas contemporáneas. Época III, XXIV (48), 121-147, *Colima, invierno 2018*. <https://www.redalyc.org/journal/316/31657676007/31657676007.pdf>
- CUENCA-CARTAGENA, V.E. (2011). *Propuesta de estrategias de enseñanza para la promoción de la salud desde la Química del Carbono, tecnología y ambiente, Tercer grado de educación secundaria para tres instituciones educativas del país ubicadas en el cono este y sur de la ciudad de Lima y pertenecientes al grupo de escuelas promotoras de la salud*. [Tesis para obtener el grado académico de Magister en Educación de la enseñanza química. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1142>
- DEL VALLE-CORONEL, M. y Curotto M.M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 463-479. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N2.pdf
- DEMIRCIOĞLU, H., Dinç, M. y Çalik, M. (2013). The effect of storylines embedded within context-based learning approach on grade 6 students' understanding of 'physical and chemical change' concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 682-691. <https://doi.org/10.33225/jbse/13.12.682>
- DÍAZ Barriga-Arceo, A. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *Comunidad de Conocimiento Universidad Nacional Autónoma de México*, 1-15. http://www.prepa6.unam.mx/dominop6/assets/propuestas/DiazBarriga_Guia-secuencias-didacticas.pdf
- DÍAZ Barriga-Arceo, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. Mc. Graw Hill.



- DÍAZ Barriga-Arceo, F. y Hernández-Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. Mc. Graw Hill.
- DÍAZ Barriga-Arceo, F., Romero-Martínez, E. y Heredia-Sánchez, A. (2012). Diseño tecno pedagógico de portafolios electrónicos de aprendizaje: una experiencia con estudiantes universitarios. *Revista electrónica de investigación educativa*, 4(2) 2012. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/313>
- EDWARDS, J., Ceci, Ch., y Ratcliffe, E. (2016). What the public really thinks about chemistry. *Chemistry International*, 38(3-4), 16-19. Doi: <https://doi.org/10.1515/ci-2016-3-406>.
- ELLIOTT, J. (1996/2005). *El cambio educativo desde la investigación-acción* (2ª ed.). Ediciones Morata, S.L.
- ERHART, S.E., McCarrick, R.M., Lorigan, G.A. y Yezierski, E.J. (2016). Citrus quality control: An NMR/MRI problem-based experiment. *J. Chem. Educ.*, 93(2), 335-339. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00251>
- Escribano, E. (2017). La educación en América Latina: desarrollo y perspectivas. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(2), 1-23. <https://doi.org/10.15517/aie.v17i1.28147>
- ESPIELLA-RESTREPO, R. de la y Gómez, C. (2020). Teoría fundamentada. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 2, 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2018.08.002>
- EVANS, H.G., Heyl, D.L. y Liggitt, P. (2016). Team-based learning, faculty research, and grant writing bring significant learning experiences to an undergraduate biochemistry laboratory course. *J. Chem. Educ.*, 93(6), 1027-1033. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00854>
- FATHI-AZAR, E., Monsor, B., Shahram, V. & Vahideh-Abdollahi A.A. (2013). The effect of instructional analogies in interaction with logical thinking ability on achievement and attitude toward chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2013(14), 566-575. <https://doi.org/10.1039/c3rp00036b>
- Federación Mexicana de Diabetes, A. C. (24 de julio de 2019). <http://fmdiabetes.org/estadisticas-en-mexico/>.
- FERNÁNDEZ-BATANERO, J.B. y Hernández-Fernández, A. (2013). Liderazgo directivo e inclusión educativa. *Perfiles Educativos*, 35(142). <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2013.142.42573>

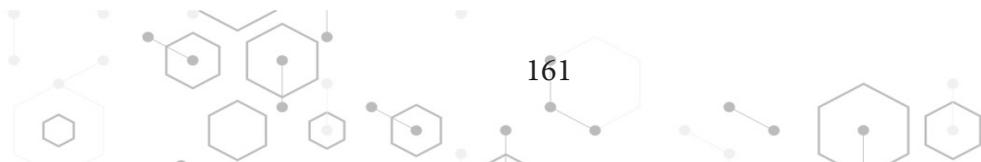


- FERNÁNDEZ-BATANERO, J.B. y Johnson, D. (2015). Investigación-acción en formación de profesores: Desarrollo histórico, supuestos epistemológicos y diversidad metodológica. *Psicoperspectivas*, 14(3), 93-105. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=171042264009>
- GALLOWAY, K.R. y Bretz, S.L. (2015a). Measuring meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory: A national, cross-sectional study. *J. Chem. Educ.*, 92(12), 2006–2018. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00538>
- GALLOWAY, K.R. y Bretz, S.L. (2015b). Development of an assessment tool to measure students' meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory. *J. Chem. Educ.*, 92(7), 1149–1158. <https://doi.org/10.1021/ed500881y>
- GALLOWAY, K.R. y Bretz, S.L. (2016). Video episodes and action cameras in the undergraduate chemistry laboratory: eliciting student perceptions of meaningful learning. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2016(17), 139-155. <https://doi.org/10.1039/c5rp00196j>
- GARCÍA, B. E. y Posso, L. M. (2017). Situaciones didácticas en la enseñanza del enlace químico. *Educere*, 21(70), 581-592.
- GARRITZ, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educ. Quim.*, 21(1), 2-15. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30066-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30066-1)
- GÓMEZ-MENDOZA, M.A. (2005). La transposición didáctica: Historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(1), 83-115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134116845006>
- GROVE, N.P. y Bretz, S.L. (2012). A continuum of learning: from rote memorization to meaningful learning in organic chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2012(13), 201–208. <https://doi.org/10.1039/c1rp90069b>
- GRIJALBA, J., Mendoza, & Beltrán, H. (2020). La formación del pensamiento sociocrítico y sus características: necesidad educativa en Colombia. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 64-72.
- QUITERT-CATASUS, M. y Giménez-Prado, F. (2000). Trabajo cooperativo en entornos virtuales de aprendizaje. *Aprender en la virtualidad*, 113-134, ISBN 84-8429-161-8
- GUZMÁN-IBARRA, I., Marín-Uribe, R. y Inciarte-González, A.J. (2014). *Innovar para transformar la docencia universitaria. Un modelo para la formación por competencias*. Ediciones Astro Data, S.A.





- GUZMÁN-IBARRA, I., Marín-Urbe, R., Roegiers, X., Cisneros-Cohernour, E. y Aróstegui, J.L. (2016). *Intervenir e investigar en el aula. Experiencias en la formación de estudiantes* (1ª ed.). Alfagama Ediciones.
- HAKKARAINEN, P. (2009). Designing and implementing a PBL course on educational digital video production: lessons learned from a design-based research. *Education Tec Research Dev.*, 57(2), 211-228. Doi.10.1007/511423-007-9039-4
- HAKKARAINEN, P. (2011). Promoting meaningful learning through video production-supported PBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1217>
- HERNÁNDEZ-MOSQUEDA, J.S., Tobón-Tobón, S. y Guerrero-Rosas, G. (2016). Hacia una evaluación integral del desempeño: las rúbricas socioformativas. *Ra Ximhai*, 12(6), 359-356. <https://www.academia.edu/29918877>
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M. P. (2017). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- HERRADÓN, H. (2012). Enseñanza y Divulgación de la Química y la Física. Garceta.
- HOLBROOK, J. (2005). Making chemistry teaching relevant. *Chemical Education International*, 6(1), 1-12. Basado en la lectura presentada en el 18º. ICCE, Estambul, Turquía, 3-8 agosto 2004. <http://www.iupac.org/publications/cei>
- HUCHIM, D. y Reyes, R. (2013). La investigación biográfico-narrativa, una alternativa para el estudio de los docentes. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 13(3), 1-27.
- HUERTA-CRUZ, M. (2017). Aprendiendo a investigar en un aula inversa. *XIV Congreso nacional de investigación educativa COMIE, Memoria Electrónica*, 14, doc. 0363, 1-17, San Luis Potosí 2017. <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/seccion3.htm>
- INCIARTE-GONZÁLEZ, A.J. (2011). Reseña "Investigación Acción. Metodología transformadora" de Edgar Emiro Silva. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 16(52), 131-138 ISSN: 1315-5216. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=279/27918415014>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (1999). Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica. El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño. <http://www.sistema.>



itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias

- JARAUTA-BORRASCA, B. y Pérez-Cabrera, M.J. (2017). La construcción de la identidad profesional del maestro de primaria durante su formación inicial. El caso de la Universidad de Barcelona. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*, 21(1), 103-122. <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/58053> -
- JOHNSON, B. y Christensen, L. (2011). *Educational research qualitative, quantitative, and mixed approaches*. SAGE Publications.
- JONNAERT, P., Barrete, J., Masciotra, D. y Yaya, M. (2008). Las competencias como organizadoras de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 12(3), 1-31
- KEMMIS, S. y Mc Taggart, R. (1988). *Como planificar la investigación-acción*. Laertes, S.A. de Ediciones.
- KEMMIS, S. (2007). Sistema y mundo de vida y las condiciones del aprendizaje en la modernidad. *Dialnet, Kikiriki. Cooperación educativa* ISSN 1133-0589, (82-83), 14-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2205818>
- KARPICKE, J.D., Grimaldi, P.J. (2012). Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning. *Educ Psychol Rev*, 24(3), 401-418. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9202-2>
- KESKITALO, T.E., Pyykkö, E. y Ruokamo, H. (2011). Exploring the meaningful learning of students in second life. *ERIC Educational Technology & Society*, 14(1), 16-26. <https://eric.ed.gov/?id=EJ918181>
- KESKITALO, T.E., Ruokamo, H. y Gaba, D. (2014). Towards meaningful simulation-based learning with medical students and junior physicians. *Medical Teacher*, 36(3), 230-239. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.853116>
- LARA-MUÑOZ, E.M. (2013). *Fundamentos de investigación. Un enfoque por competencias* (2ª ed.). Alfaomega.
- LAZO-SANTIBÁNEZ, L. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la Química General para estudiantes de Primer Año de Universidad. *Diálogos Educativos-Instituto de Química- Facultad de Ciencias Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, 23,(12), 68-89. <http://www.dialogo-educativos.cl/revistas/n23/lazo>
- LÓPEZ-FRÍAS, B. S. (2013). *Pensamientos crítico y creativo*. 3 ed. Trillas.





- LÓPEZ-GUERRERO, M.M., Blanco-López, A., y Serrano-Angulo, J. (2017). Valoración de la utilidad de la química por estudiantes de ingeniería mecánica: Efecto de una propuesta didáctica. *Educación Química*, 28(1). <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.09.004>
- LÓPEZ-MADRID, M.C. de la, Lioner-Delgado, C.M. y Flores-Guerrero, K. (2016). Una experiencia de formación docente en el uso de las TIC a través de un proceso de investigación-acción. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 7(12), 1-19. <https://doi.org/10.32870/dse.voi12.257>
- LORENZO, M.G., Farré, A.S. y Rossi, A.M. (2018). La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica. *Revista Eureka*, 15(3), 3603. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i3.3603>
- LUCERO, M. M. (2003). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33 (1). <https://doi.org/10.35362/rie3312923>
- LUÍS-PASCUAL, J. C., & Muros Ruiz, B. (2018). La Autocalificación como Instrumento de Aprendizaje en una Asignatura Universitaria Inversa. *Estudios Pedagógicos*, 44(2), 79–91. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000200079>
- MACÍAS-ESPARZA, A., Cañedo-Ortiz, T. y Eudave-Muñoz, D. (2017). Sistematización de una experiencia de formación de tutores en una escuela normal. *Congreso Nacional de Investigación Educativa COMIE, Memoria electrónica San Luis Potosí 2017*, 14(doc. 2824). <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2824.pdf>
- MANTEROLA, I. (2014). Bilingual education searching for promising didactic proposals. *Frontiers in psychology*, 5(diciembre 2014), 1359. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01359>
- MARÍN-URIBE, R., Guzmán-Ibarra., Márquez, A. & Peña, M. (2013). La evaluación de competencias docentes en el modelo DECA: anclajes teóricos. *Scielo Formación universitaria* 6(6), 41-54. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062013000600005>
- MARÍN-URIBE, R., Guzmán-Ibarra, I., Inciarte-González, A.J. y Araya-Cortés, E. (2015). *Intervenir e investigar en el aula. Experiencias en la formación de profesores*. Alfagrama Ediciones.



- MARTÍN-FERNÁNDEZ, B., Sánchez-Paniagua-López, M., Hervás-Pérez, J.P. y Rodríguez-Rodríguez, E. (2016). Uso de nuevas tecnologías en las enseñanzas universitarias de química analítica. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 20(2), 140-154. Universidad de Granada. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56746946008>
- MARTÍNEZ-CARTAS, M.L. (2012). Using an improved virtual learning environment for engineering students. University of Jaen, Spain. *European Journal of Engineering Education*, 37(3), 229–241. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.678985>
- MARTÍNEZ-MIGUÉLEZ, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de Investigación en Psicología*, 9(1), 123–146. <https://doi.org/10.15381/rinvp.v9i1.4033>
- MARTÍNEZ-MIGUÉLEZ, M. (2013). *Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa*. Trilias.
- MARTÍNEZ-VAZ, B. M. (2014). Conceptos claves, laboratorios de investigación y bases de datos: estrategias para la enseñanza de Bioquímica en siglo XXI. *Química Viva*, 13(1), 5-17. <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/awstats>
- MARTÍNEZ, M.C. (2014). Reflexiones en torno a la Investigación-acción educativa. *CPU-e Revista de Investigación educativa*, 18(enero-junio 2014), 18-86. Sistema de información científica Redalyc. <http://www.redalyc.org/html/2831/283129394004/>
- MATAKA, L.M. & Grunert-Kowalske, M. (2015). The influence of PBL on students' self-efficacy beliefs in chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2015(16), 929-938. <https://doi.org/10.1039/C5RP00099H>
- MATLIN, S., Mehta, G., Hopf, H., & Krief. (2016). One-world chemistry and systems thinking. *Nature Chemistry*, 8(5), 393-398. <https://doi.org/10.1038/nchem.2498>
- MELO-SOLARTE, D.S. y Díaz, P.A. (2018). El Aprendizaje Afectivo y la Gamificación en Escenarios de Educación Virtual. *SciELO Información Tecnológica*, 29(3), 237-248. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300237>
- Menargues-Irles, S. y Gómez-Siurana, A. (2012). Estrategias didácticas para la promoción de la química en la enseñanza secundaria y bachillerato. *An. Quím. Real Sociedad Española de la Química*, 109(3), 218-223. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4471403.pdf>



- MENDENHALL, W., Beaver, R.J., Beaver, B.M. (2008). *Introducción a la probabilidad y estadística*. 12 Ed. Thomson.
- MERINO-RUBILAR, C.M., Pino, S., Meyer, E.C., Garrido-Miranda, J.M. y Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>
- MONEREO, C. (2009). *La autenticidad de la evaluación*. En M. Castelló (ed.) *La evaluación auténtica en enseñanza secundaria y universitaria* (pp. 15-32). Edebé.
- MONJE, A. *Tutorial manual de eXeLearning 2.0. El nuevo eXe Learning por Antonio Monje*. Bajo Licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 3.0 Unported. (2 de abril de 2018). https://exelearning.net/html_manual/exe_es/descarga_el_tutorial.html
- MOON, A., Stanford, C., Cole, R. y Towns, M. (2016). The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract*, 2016(17), 353-364. <https://doi.org/10.1039/C5RP00207A>
- MORAGA-TOLEDO, S., Espinet-Blanch, M. y Merino-Rubilar, C. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1) enero 2019, 1604. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604
- MOREIRA, M.A. (2009). Aprendizaje significativo de las ciencias: Condiciones de ocurrencia, progresividad y criticidad. *Trabajo presentado en las II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata, Argentina. http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.612/ev.612.pdf
- MOREIRA, M.A. (2012). ¿Al final, que es aprendizaje significativo? [Versión electrónica]. *Revista Currículum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, 25(marzo 2012), 29-56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=3943478>
- MORIA, E., & Zaim, M. (2017). Using Authentic Assessment to Better Facilitate Teaching and Learning: The Case for Students' Writing Assessment. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 148, 333-337. Doi: 10.2991/icla-17.2018.57

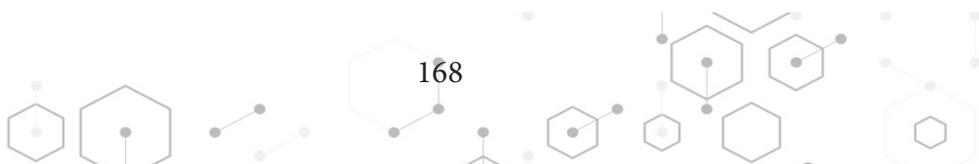
- MURILLO-SANCHO, G. (2012). El portafolio como instrumento clave para la evaluación en educación superior. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación". Revista@inie.ucr.ac.cr, Universidad de Costa Rica*, 12(1), 1-23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44723363015>
- NOVAK, J.D. & Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca.
- NOVAK, J.D. (2005). The pursuit of a dream: education can be improved. En Mintzes, J. J., Novak, J. D. & Wandersee, J. H. *Teaching Science for Understanding. A human Constructivist View*. Elsevier Academic Press. <https://bunker2.zlibcdn.com/dtoken/cf8bd256fe32e96e4460d35590cdc4a0>
- Novo, M.L., Alsina, A., Marbán, J.M. y Berciano, A. (2017). Inteligencia conectiva para la educación matemática infantil. *Comunicar*, XXV(52), 29-39. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-03>
- OLIVARES-OLIVARES, S.L. y Heredia-Escorza, Y. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. *SciELO, Revista mexicana de investigación educativa* [on line], 17(54), 759-778. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000300004&lng=es&tlng=es
- ORDAZ-GONZÁLEZ, G.J. y Britt-Mostue, M. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 559-579. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33164>
- ORGILL, MK. y Cooper, M.M. (2015). Teaching and learning about the interface between chemistry and biology. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2015(16), 711-713. <https://doi.org/10.1039/C5RP90011E>
- ORGILL, MK., Bussey, T.J. y Bodner, G.M. (2015). Biochemistry instructors' perceptions of analogies and their classroom use. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2015(16), 731-746. <https://doi.org/10.1039/C4RP00256C>
- ORTEGA-HERNÁNDEZ, M. (2011). *Construcción de significados y aprendizaje situado en un contexto de intersubjetividad en un programa de formación de licenciados en Intervención Educativa [Conferencia]*. IX Congreso Nacional de Investigación Educativa 1. Aprendizaje Desarrollo Humano. http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_01/2515.pdf
- ORTEGA-TUDELA, J. M., Cámara-Estrella, Á., Díaz-Pareja, E. M. (2015). Desarrollo de competencias de aprendizaje en alumnos universitarios. *Re-*



- vista Docencia Universitaria*, vista de docencia universitaria, 13(2), 139-153. <https://doi/10.13140/RG.2.1.2793.9683>
- OVERTON, T., Potter, N. and Leng, C. (2013). A study of approaches to solving open-ended problems in chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2013(14), 468-475. <https://doi.org/10.1039/C3RP00028A>
- PANITZ, T. and Panitz, P. (2014). Encouraging the Use of Collaborative Learning in Higher Education. In J. J. F. Forest. *University Teaching: International Perspectives.*, Ed. Taylor and Francis, pp. 161–201.
- PANIZZA, M. (2003). Conceptos básicos de la teoría de las situaciones didácticas. En Panizza, M., Bartolomé, O. C., Broitman, C., Fregona, D., e Itzcovich, H., Quaranta, M.E., Ressaia de Moreno, B., Sainz, I.E., Tarasow, P. y Wolman, S. *Enseñar matemáticas en nivel inicial y el primer ciclo de la EGB, análisis y propuestas*, Paidós.
- PARGA-LOZANO, D.L. y Piñeros-Carranza, G.Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Enseñanza química*, 29(1), 55-64. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683>
- PASEK DE PINTO, E. y Briceño de Sánchez, R. (2015). Juicios Valorativos: Elementos y proceso de formulación en la evaluación del aprendizaje. *Revista electrónica: Actualidades Investigativas en Educación*, 15(2), 1-28. <https://doi.org/10.15517/aie.v15i2.18958>
- PAUL, R. y Elder, L. (2003). *La mini guía para el pensamiento crítico, conceptos y herramientas*. Fundación para el pensamiento crítico. <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>
- PEDRAZA-GONZÁLEZ, M.A. y López-Pastor, V.M. (2015). Investigación-acción, desarrollo profesional del profesorado de educación física y escuela rural. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y ciencias del deporte*, 2015(57), 1-16. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2015.57.001>
- PERAGÓN-SÁNCHEZ, J., Martínez-Lara, E., Valderrama-Rodríguez, R., Aranda-Haro, F., Barroso-Albarracín, J.B., Ruiz, F.E., Pedrajas-Cabrera, J.R., Siles-Rivas, E., Cañuelo-Navarro, A. y Carreras-Egaña, A. (2010). ABP: Aplicación del "Aprendizaje Basado en Problemas" a la docencia de las asignaturas del Área de Bioquímica y Biología Molecular. *Iniciación a la Investigación*, (3e). <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ininv/article/view/287>



- PÉREZ-CAMPILLO, Y. y Chamizo-Guerrero, J. (2011). Los museos: un instrumento para el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 312-322. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92019747007.pdf>
- PERRENOUD, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Quebecor Word, Gráficas Monte Albán.
- PERRENOUD, P. (2011). *Desarrollar práctica reflexiva en el oficio de enseñar, Profesionalización y razón pedagógica*. Editorial Graó/Colofón.
- PIMIENTA-PRIETO, J.H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. Pearson Educación.
- PIMIENTA-PRIETO, J.H. (2014). Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias a nivel superior. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 63(1), 77-92. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORBON/article/view/28906>
- PINILLA-ROA, A.E. (2019). Educación en ciencias de la salud y ciencias médicas. *Acta Médica Colombiana*, 43(2), 61-65. ISSN: 0120-2448. <https://doi.org/10.36104/amc.2018.1365>
- POZO-MUNICIO, J.I. y Gómez-Crespo. M.A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. 5ª. Ed. Ediciones Morata, S.L.
- PRAT, M.R., Ballesteros, M.C. y Lescano, G.M. (2018). "La Previa": una estrategia de aprendizaje en las prácticas de Química. *Educación Química UNAM*, 29(4), 18-27. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.4.65213>
- RAMOS-MEJÍA, A. (2018). ¿Cómo producir una experiencia profunda y transformadora en un curso experimental de fisicoquímica? *Educación Química*, 29(2), 62-73. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.2.63708>
- RAZQUIN, A. (2018). Transposición didáctica: el saber sabio y el saber enseñado en los grandes procesos de movilización social. Una aproximación etnográfica a los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos no formales. *Pensamiento al margen: Revista digital sobre las ideas políticas*, 8(2018), 1-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6455317>
- REIBSTEIN, R. (2017). A more ethical chemistry. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 8(12), 36-44.
- RODRÍGUEZ-MENDOZA, B.J., Ordoñez-Díaz, M.M. y Meneses-Silva, L.C. (2018). Fortalecimiento de los niveles de razonamiento en estudiantes de

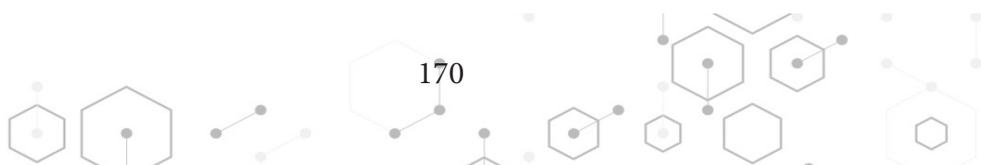




- educación superior usando estrategias de aprendizaje (Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Colaborativo) a través de las TIC. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 16(45), 477-502. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v16i45.2102>
- ROEGIERS, X. (2007). Pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional). Reseña Antonio Bolívar Botia. *Profesorado Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1-39. <https://www.ugr.es/~recfpro/rev123REC.pdf>
- ROEGIERS, X. (2010). Una pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. *Publicaciones de fondo de cultura económica*, 1(2), ISSN 2301-0118.
- ROEGIERS, X. (2016). Reflexiones en curso N°4 sobre cuestiones fundamentales y actuales del currículo y el aprendizaje: Marco conceptual para la evaluación de las competencias. *Oficina Internacional de Educación de la UNESCO*. http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/ipr4-roegiers-competenciasassessment_spa.pdf
- ROJAS-SORIANO, R. (2013). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdez Editores.
- RUIZ-IGLESIAS, M. (2010). *El concepto de competencias desde la complejidad*. Editorial Trillas.
- RYAN, M. D. & Reid, S.A. (2016). Impact of the Flipped Classroom on Student Performance and Retention: A Parallel Controlled Study in General Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 93(1), 13–23. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00717>
- SANDOVAL-RIVERA, J.C.A. (2018). Gestión intercultural de la biodiversidad: investigación acción en un proceso educativo con campesinos de Veracruz. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 40(2), 119-135. <http://www.redylac.org/articulo.oa?id=457556293006>
- SAN MARTÍN, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(1), 104-122. <http://redie.uabc.mx/vol16no1/contenido-sanmartin.html>
- SARZOSA, E. Z. y Pérez, Á. M. (2017). Situaciones didácticas para el aprendizaje de la argumentación en Química. *Educere*, 21(70), 593-610.

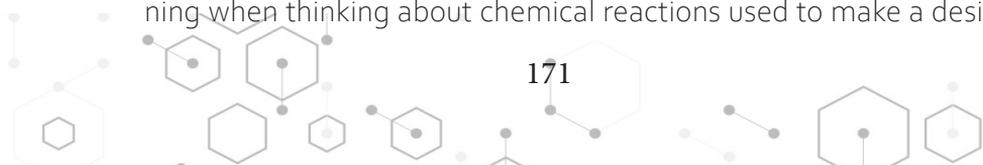


- SHULTZ-GINGER, V. y Gere, A. R. (2015). Writing-to-Learn the Nature of Science in the Context of the Lewis Dot Structure Model. *Journal of Chemical Education*, 92(8), 1325-1329. <http://pubs.acs.org/jchemeduc>
- SHULTZ-GINGER, V. y Li, Y. (2016). Student Development of Information Literacy Skills during Problem-Based Organic Chemistry Laboratory Experiments. *J. Chem. Educ.*, 93(3) 413-422. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00523>
- SIMKOVA, M., Tomaskova, H. y Nemcova, Z. (2012). Mobile education in tools. *Elsevier, Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47(2012), 10-13. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.604>
- SMITH, S. (2016). (Re)Counting Meaningful Learning Experiences: Using Student-Created Reflective Videos to Make Invisible Learning Visible During PjBL Experiences. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. 10(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1541>
- SOMYÜREK, S. (2014). An effective educational tool: construction kits for fun and meaningful learning. *Int. J. Technol Des. Educ.*, 25(1), 25-41. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9272-1>
- SOTO, M. C. (2015). *Experiencias docentes en intervención psicomotriz para el logro de competencias en preescolar* (Dissertation doctoral no publicada), Universidad Autónoma de Nuevo León.
- STEPHENSON, N.S. y Sadler-McKnight, N.P. (2016). Developing critical thinking skills using the Science Writing Heuristic in the chemistry laboratory. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2016(17), 72-79. <https://doi.org/10.1039/C5RP00102A>
- STRIMEL, G. (2014). Authentic Education: By Providing a Situation for Student-Selected Problem-Based Learning. ERIC, *Technology and Engineering Teacher*, 73(7), 8-18. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1049199>
- SUÁREZ, D. y Metzdorff, V. (2018). Narrar la experiencia educativa como formación. La documentación narrativa y el desarrollo profesional de los docentes, Espacios en Blanco. *Revista de Educación*, 28, 49-74.
- SZTEINBERG, G., Bernes, P., Arce, H. y Sevian, H. (2014). Concepción de la identidad química en estudiantes y profesores de química. Parte II: comparación entre participantes en dos universidades de diferentes países. *Educación Química-Universidad Nacional Autónoma de México*, 26(2), 100-116. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.005>





- TAKAHASHI, S. y Saito E. (2013). Unraveling the process and meaning of problem-based learning experiences. *High Educ*, 66(6), 693–706. <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9629-5>
- TALANQUER, V. (2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación química*, 20(2009), 220-226. <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v20s1/v20s1a3.pdf>
- THORON, A.C. y Myers, B.E. (2010). The Effect of Using Vee Maps versus Standard Laboratory Reports on Achieving Student Content Knowledge. *Journal of Agricultural Education*, 51(3), 12 – 22. DOI: 10. 5032/jae.2010.03012
- TOBÓN-TOBÓN, S. (2005). *Formación Basada en Competencias, Pensamiento Complejo, Diseño Curricular y Didáctica*. Ecoe Ediciones, 2ª. Ed.
- TOBÓN-TOBÓN, S., Pimienta, J.H. y García, J.A. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson.
- TOBÓN-TOBÓN, S. (2012). *Cartografía conceptual: Estrategia para la formación y evaluación de conceptos y teorías*. México: Instituto CIFE.
- TOBÓN-TOBÓN, S. (2017). *Evaluación Socioformativa, estrategias e instrumentos*. Kresearch. [Doi.org/10.24944/isbn.978-1-945721-26-7](https://doi.org/10.24944/isbn.978-1-945721-26-7)
- TOLEDO, S. y Dubas, J.M. (2016). Encouraging Higher-Order Thinking in General Chemistry by Scaffolding Student Learning Using Marzano’s Taxonomy. *J. Chem. Educ.*, 93(1), 64-69. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00184>
- TURCIO-ORTEGA, D. y Palacios-Alquicira, J. (2015). Experiencias en la enseñanza experimental basada en competencias. [Versión electrónica]. *Educ. Quím.*, 26(1), 31-42. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So187-893X2015000100006&lng=es&tlng=es
- UZUNTIRYAKI, E., & Boz, Y. (2007). Turkish Pre-Service Teachers’ Beliefs About the Importance of Teaching Chemistry. *Australian Journal of Teacher Education*, 32(4). <http://doi.org/10.14221/ajte.2007v32n4.6>
- VÁZQUEZ-CANO, E. y Sevillano-García, M. L. (2015). Dispositivos digitales móviles en Educación. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 20(1), XX-XXI. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56745576022>
- WEINRICH, M.L. y Talanquer, V. (2016). Mapping students’ modes of reasoning when thinking about chemical reactions used to make a desired



- product. *Chemistry Education Research and Practice*, 2016(17) 394-406. <https://doi.org/10.1039/C5RP00208G>
- WONGO-GUNGULA, E., Dieguez-Batista, R. y Pérez-Ugartemendia, E. (2015). Estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de formación interpretativa en la matemática superior. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 15(2), 1-41. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i2.18954>
- WOOLFOLK, A. (2006). *Psicología Educativa*. Ed. Pearson.
- YIN, K. R. (2018). *Investigación sobre estudio de casos, diseño y métodos*. SAGE Publications, Vol.5, 4ª Ed.
- YONG-CHANG, E.A., Cedeño-Abril, E.J., Tubay, M., Moreira, M., & Cedeño-Abril, L.B. (2018). Trabajo colaborativo y el aprendizaje de las matemáticas en los alumnos de Economía de la UTEQ. *Jornal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(10), 10-15. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss10.2018pp10-15p>
- ZABALA, V.A. (2000). *La práctica educativa. Como enseñar*. Editorial Graó de Serveis Pedagògics, 7ª Ed.
- ZABALA-VIDELA, A. y Arnau, L. (2007). *Once ideas clave como enseñar y aprender competencias*. Editorial Graó de Serveis Pedagògics, 1ª Ed.
- ZAMBRANO, A. (2019). *Naturaleza y diferenciación del saber pedagógico y didáctico*. *Pedagogía y Saberes*, 50, 75-84.
- ZESATI-PEREYRA, G.I. (2014). *Competencias y Saber Pedagógico en el Aula: la Formación de Profesionales en Enfermería*. [Tesis de Doctorado en Educación no publicada]. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

Este libro presenta la experiencia vivida en un proceso de investigación educativa y sus resultados. La investigación inició con la elaboración de una propuesta formativa cuyo propósito general fue diseñar y aplicar una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química en educación superior, y su respectiva intervención en el aula. Estrategia y proyecto de investigación se sustentaron en el Modelo para el Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas (M-DECA). La intervención áulica se basó en el diseño y puesta en práctica de secuencias didácticas que emplean una tipología de actividades agrupadas en dos dispositivos: uno de formación, sustentado en la pedagogía de la integración y la teoría de las situaciones-problema; y un dispositivo de evaluación auténtica. Se exponen los resultados al aplicar el Modelo DECA en la didáctica de la química para universitarios con el propósito de mejorar sus logros académicos. La ruta metodológica del trabajo se realizó en cuatro ciclos de investigación-acción-formación: primero, el proceso de formación docente; segundo, elaboración y validación del proyecto formativo; tercero, intervención en el aula; y cuarto, valoración de dicha intervención. Esta se efectuó en la Facultad de Enfermería y Nutriología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Veintiún alumnos de la licenciatura en Nutrición participaron en el estudio; 10 hombres y 11 mujeres, de entre 18 y 20 años. Este grupo se integró conforme a los programas normales de inscripción de la facultad. Metodológicamente, la investigación se ubica en dos tradiciones metodológicas: la investigación-acción y la investigación con estudio de casos. También se emplearon recursos y técnicas cuantitativas al clasificar los resultados.

La intervención en el aula fue la principal fuente de información; esta se recopiló mediante observación directa, diario de campo, bitácora de clase, videograbaciones... Se arriba a conclusiones sobre el enfoque por competencias cuando este se emplea reflexivamente. Algunas principales son estas: los estudiantes pueden desarrollar competencias, independientemente de su historia educativa, sus escasos conocimientos previos o su falta de hábitos de estudio; segunda: el M-DECA promueve reflexión, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, indispensables para el autoaprendizaje, la autorregulación y la autonomía de la persona; tercera, es necesario disponer de instancias para la formación docente, pues estos espacios formativos son los que aúpan una docencia innovadora, actual y capaz de enfrentar la incertidumbre sin arredrarse.