



Gastronomía molecular. Una oportunidad para el aprendizaje de la química experimental en contexto

- Molecular Gastronomy: An Opportunity for Learning Experimental Chemistry in Context
- Gastronomia molecular. Uma oportunidade para a aprendizagem da química experimental em contexto

Resumen

Este reporte de caso da cuenta de una propuesta de intervención que pretendía generar cambios conceptuales y metodológicos en las clases de química mediante un enfoque experimental, llevando el conocimiento experto del chef de cocina, ‘condimentado’ de conceptos químicos, al aula de clase. Como estrategia metodológica se implementó el trabajo cooperativo. Este estudio se realizó en dos colegios de carácter público de Bogotá, Colombia: el Rafael Delgado Salguero y el Colombia Viva, con un total de 80 estudiantes de grado décimo, en el año 2012. El estudio fue realizado en tres fases: *Inicial*, que incluyó la planificación y estructuración de la propuesta, *De desarrollo*, en la que se implementó la propuesta en su conjunto y *Final*, en la que se aplicaron los instrumentos de evaluación y se efectuó la sistematización y análisis de los resultados obtenidos. A partir de los resultados generados desde los instrumentos de recolección de información, se pudo concluir que la metodología de trabajo implementada ayudó a promover cambios de orden conceptual y metodológico en la mayoría de los estudiantes, siendo así que en los estudiantes se evidenció que el trabajo cooperativo fue determinante para alcanzar los objetivos inicialmente planteados.

Palabras clave

Gastronomía Molecular; cambio conceptual; cambio metodológico; trabajo cooperativo

Abstract

This case report gives an account of an intervention proposal that aimed to generate conceptual and methodological changes in chemistry classes through an experimental approach, by taking the expert knowledge of the chef to the classroom, “seasoned” with chemical concepts. Cooperative work was implemented as a methodological strategy. This study was carried out in two public schools in Bogotá, Colombia, the Rafael Delgado Salguero and the Colombia Viva schools, with a total of 80 tenth-grade students in the year 2012. The study

Jaime Augusto Casas-Mateus*
Ingrid Lissette Albarracín-Tunjo**
Camilo Ernesto Cortés-González***

* Doctor en Educación, profesor asociado del Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jcasas@pedagogica.edu.co

** Magíster en docencia de la Química, profesora Colegio San Carlos IED. Secretaría de Educación Distrital. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: ilat08@hotmail.com

*** Magíster en docencia de la Química, profesor Colegio San Cayetano IED. Secretaría de Educación Distrital. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: kmieco@gmail.com

was conducted in three stages: the Initial stage, including planning and structuring of the proposal; the Development stage, in which the proposal was implemented as a whole; and the Final stage, in which the evaluation instruments were applied and the systematization and analysis of the obtained results was carried out. Based on the results generated from the data collection instruments, it was possible to conclude that the work methodology implemented helped to promote conceptual and methodological changes in most students, such that it became evident in students that cooperative work was decisive in reaching the initially proposed objectives.

Keywords

Molecular gastronomy; conceptual change; methodological change; cooperative work

Resumo

Este relatório de caso aborda uma proposta de intervenção que pretende gerar mudanças conceituais e metodológicas nas aulas de química por meio de uma abordagem experimental, levando o conhecimento avançado do chefe de cozinha, 'condimentado' de conceitos químicos, à sala de aula. Como estratégia metodológica, implementou-se o trabalho cooperativo. Este estudo realizou-se em dois colégios distritais de Bogotá, Colômbia: o Colégio Rafael Delgado Salguero e o Colégio Colômbia Viva, com um total de 80 estudantes de décimo ano, em 2012. O estudo foi realizado em três estágios: *Inicial*, que inclui a planificação e estruturação da proposta, *De desenvolvimento*, no que foi implementada a proposta em conjunto e *Final*, no que foram utilizados os instrumentos de avaliação e efetuadas a sistematização e a análise dos resultados obtidos. A partir dos resultados gerados desde os instrumentos de coleta de informações, foi possível concluir que a metodologia de trabalho implementada foi útil para promover mudanças conceituais e metodológicas na maioria dos estudantes, pois evidenciou-se que o trabalho cooperativo nos estudantes foi determinante para conseguir os objetivos inicialmente propostos.

Palavras-chave

Gastronomia molecular; mudança conceitual; mudança metodológica; trabalho cooperativo

Introducción

En la actualidad, los sujetos están frente a nuevas realidades y nuevos contextos. Así, la enseñanza de la química afronta desafíos y múltiples cuestionamientos que obligan a generar acercamientos de vanguardia, en la búsqueda de escenarios más favorables para aproximar al estudiante a temáticas químicas, que se constituyen en elementos de la mayor importancia para él. En este orden de ideas, emerge una disciplina: la *gastronomía molecular* que articula fundamentos de química de coloides con metodologías propias de ambientes culinarios, que incluso se pueden evidenciar en las cocinas de las culturas más diversas.

Por otro lado, pasando al contexto escolar, muchas veces se evidencia en los cursos de secundaria que los estudiantes ven la química como una ciencia alejada de su realidad; en tal sentido, para ellos esta solo se puede realizar en un laboratorio, lo que implica la utilización de equipamiento especial y de sustancias extrañas, desconociendo en buena medida que ella está inmersa en diversos espacios de nuestra vida. En dicha dirección se hace pertinente articular diversos contextos en las aulas de educación secundaria, con miras a transformar sustancialmente la forma como se entienden las actividades prácticas en el ámbito de la química.

De acuerdo con esto, en este artículo se dan a conocer aspectos del trabajo de investigación realizado a partir de elementos de *gastronomía molecular*, cuyos referentes teóricos fueron tenidos en cuenta para el diseño y aplicación de la propuesta en los grupos objetivo, así como de los instrumentos de evaluación de cambio conceptual y cambio metodológico, que complementaron la observación de las evidencias del trabajo cooperativo como estrategia metodológica en las sesiones experimentales, que dieron lugar a los resultados y a las conclusiones a las que se llegó al término de la propuesta.

Desde la antigüedad, el hombre se ha preocupado por la relación entre el alimento y las sociedades en los cuales está inmerso, en este marco histórico cabe referenciar el poema “Gastronomía, gastrología o hedypatheia” (el buen convite) conocido también como *El tratado de los placeres* (Castillo y González, 2007), elaborado por el griego Arquestrato en el siglo IV a. C. Así, al estar presente el aspecto social en la cocina, la gastronomía se ha abordado desde diversas áreas del conocimiento, dándole un carácter interdisciplinar.

En esta línea de acción, una de las aproximaciones desde las diferentes áreas a la gastronomía son los trabajos acerca de la relación entre ciencia y cocina; en tal sentido, la gastronomía molecular aborda procesos de cocina ya conocidos, con el objeto de comprenderlos desde el punto de vista de las moléculas. Por tanto, no tiene como meta orientarse hacia la estructura química de los ingredientes o la transformación de la industria alimentaria, aunque desde las ciencias se pueden explicar con rigor y detalle los principios de interacción molecular que se llevan a cabo entre sustancias que se combinan o transforman para generar olores, sabores, colores y texturas (Barham, 2002).

Para remontarnos a sus inicios, uno de los primeros científicos que se preocupó por abordar este marco de referencia de la gastronomía molecular fue el físico húngaro Nicholas Kurti, reconocido académicamente porque se especializó en técnicas experimentales para conseguir bajas temperaturas. Por otra parte, en 1996 el químico francés Hervé This desarrolló la tesis para optar al título de doctor en la Universidad de París, titulada “La gastronomie moleculaire et physique”, en la que explicaba los procesos fisicoquímicos en la preparación de un *soufflé* de chocolate. En esta misma línea, se encuentran diferentes experiencias, como el trabajo de Grosser (1984) quien inicia haciendo una descripción de la importancia de

contextualizar la química, dando relevancia al trabajo realizado desde la cocina el cual es común a todos los seres humanos, sin importar la posición que se tenga hacia la ciencia (positiva, negativa o neutral). Desde esta perspectiva se dan argumentos a través de los cuales se llevan a cabo las experiencias, en los que se indican los temas de química que se pueden abordar desde la cocina mediante diferentes demostraciones culinarias, logrando que se aplique el método científico en el contexto diario de los individuos.

Otro trabajo a referenciar es el de Miles y Bachman (2009), en el que se menciona la importancia de involucrar prácticas de laboratorio en la enseñanza, con el fin de generar conocimiento en los estudiantes. Los autores proponen que aquellos adquieren nuevos conceptos visualmente, desde prácticas que se contextualizan desde la cocina; de esta manera, se genera en ellos una nueva percepción, ya que contarían con la capacidad de explicar los fenómenos fisicoquímicos en los alimentos que consumen a diario. Para lo anterior, los investigadores analizaron algunos textos sugeridos, trabajos demostrativos y videos. En la investigación mencionada se pudo concluir que se logra un mayor aprendizaje de los estudiantes cuando ellos observan lo que ocurre, que a su vez puede ser explicado desde diferentes principios; además se planteó la similitud entre las recetas y los artículos científicos, en virtud de que los estudiantes plantearon la idea de que cocinar es un experimento científico que se producía en la cocina.

Referentes teóricos

Gastronomía molecular

La gastronomía molecular estudia las transformaciones físicas y químicas que ocurren en la preparación de un plato y permite explicar lo que sucede en el campo submicroscópico en la elaboración de los alimentos. La gastronomía puede definirse etimológicamente desde las raíces *gaster* o *gastros* que quiere decir “estómago”, y *gnomos*, “conocimiento” o “ley”; aunque esta concepción no siempre es la más adecuada, en la medida en que las actividades en la cocina están mediadas por fenómenos socioculturales y no por una mera reducción del conocimiento al espacio de la cocina, por lo que en buena medida la gastronomía molecular se podría definir como “un área de conocimiento, que estudia varias dimensiones tomando como eje central la alimentación” (Castillo y González, 2007, p. 4)

Otra definición la proponen los chefs Nicholas Kurti y Hervé This (citados por Martín, Martín y Lozano, 2007, p. 19), creadores del concepto de *cocina molecular* y precursores en el ámbito culinario para esta disciplina emergente, quienes la entienden como “la exploración científica de las transformaciones y fenómenos culinarios; es decir, su objetivo es entender qué es lo que realmente sucede dentro de los alimentos”.

Cambios conceptual y metodológico

Es importante tener en cuenta que las concepciones de los estudiantes dependen en gran medida de los procesos desde donde estos se han construido, por lo que se debe pensar en que su cambio requiere de la implementación de ciertas estrategias didácticas que lo promuevan; en tal sentido, el cambio conceptual posee exigencias epistemológicas y no debe considerarse como un simple cambio del contenido de las concepciones. Por esta razón, se hizo una revisión de la taxonomía de Bloom et al. (1979) como herramienta que aportaba una mirada más amplia a las habilidades y conocimientos que ha adquirido el estudiante luego del proceso de aprendizaje. Según el autor, lo que los docentes quieren que aprendan los estudiantes puede ser organizado en una jerarquía en niveles cognoscitivos desde lo más simple hasta lo más complejo; por otra parte, tales niveles fueron traducidos posteriormente en verbos por Anderson y Krathwohl (1999) según se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles propuestos por Bloom, y posteriormente revisados por Anderson (1999).

Niveles originales de Bloom (1948)	Niveles revisados por Anderson (1999)
Conocimiento	Memorizar
Comprensión	Comprender
Aplicación	Aplicar
Análisis	Analizar
Síntesis	Evaluar
Evaluación	Crear

Fuente: tomada de Anderson (1999)

Esta jerarquización fue la empleada en la presente investigación, para dar cuenta del cambio conceptual.

Así mismo, se tiene en cuenta lo planteado por Schwab y Bruner (citados por Solbes, 2009) quienes estudian y cuestionan la enseñanza basada en la simple transmisión verbal y bus-

can en la realización de trabajos prácticos, la superación de las dificultades en el aprendizaje de las ciencias. Para ellos, entre los procedimientos que se deben aprender mencionan los siguientes:

1. Adquirir nueva información.
2. Elaborar o interpretar los datos recogidos.
3. Analizar y hacer inferencias a partir de esa información.
4. Comprender y organizar conceptualmente la información que se recibe.
5. Saber comunicar sus conocimientos.

En este sentido, en el cambio metodológico se integran en algunas oportunidades los medios para realizar investigación científica pero también se incluyen destrezas manuales y procedimientos generales de cualquier trabajo intelectual. Así, la formación como un proceso de búsqueda personal supone asumir una posición frente a cómo el proceso de aprendizaje se lleva a cabo, fundamentalmente a través del estudio y trabajo autónomo del sujeto; si este ante las exigencias que conlleva la sociedad del conocimiento se ve obligado a aprender por sí mismo a lo largo de su vida, parece lógico que debe aprender a realizar esta tarea cuanto antes; todo ello conlleva a que las metodologías de enseñanza a utilizar en todo el sistema educativo tengan en cuenta esta premisa (Solbes, 2009); lo anterior, buscando la mejor estrategia para conseguir cambios de orden conceptual y metodológico.

Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo se presenta como una aproximación integradora entre las habilidades sociales objetivas y los contenidos educativos, y es, en esencia, el proceso de aprender en grupo, que a su vez posibilita que los estudiantes descubran por sí mismos el valor

de trabajar juntos y comprometerse, y responsabilizarse con su aprendizaje y el de los demás en un ambiente que favorece la cooperación (Ferreiro y Calderón, 2000).

En tal medida, en un grupo de aprendizaje cooperativo, los estudiantes saben que los resultados dependen del esfuerzo de todos sus integrantes. De acuerdo con esto, el trabajo tiene en cuenta cinco características formuladas por Johnson et al. (1999):

1. El objetivo grupal de maximizar el aprendizaje de todos los participantes motiva a los estudiantes a esforzarse y obtener resultados que superan la capacidad individual de cada cual.
2. Cada miembro del grupo asume la responsabilidad, y hace responsables a los otros de realizar un buen trabajo, para satisfacer objetivos comunes.
3. Los miembros del grupo trabajan para producir resultados conjuntos
4. A los miembros del grupo se les enseñan ciertas formas de relación interpersonal, para ser empleadas en coordinar el trabajo y alcanzar las metas propuestas.
5. Los grupos evalúan qué tanto se están alcanzando los objetivos y en qué medida están trabajando en conjunto, para garantizar un mejor aprendizaje y un adecuado trabajo en equipo.

Unidad didáctica

Para la implementación de la propuesta se implementó una unidad didáctica, teniendo en cuenta que esta promoviera incrementar el nivel de participación, socialización y motivación de los estudiantes según su planteamiento y organización.

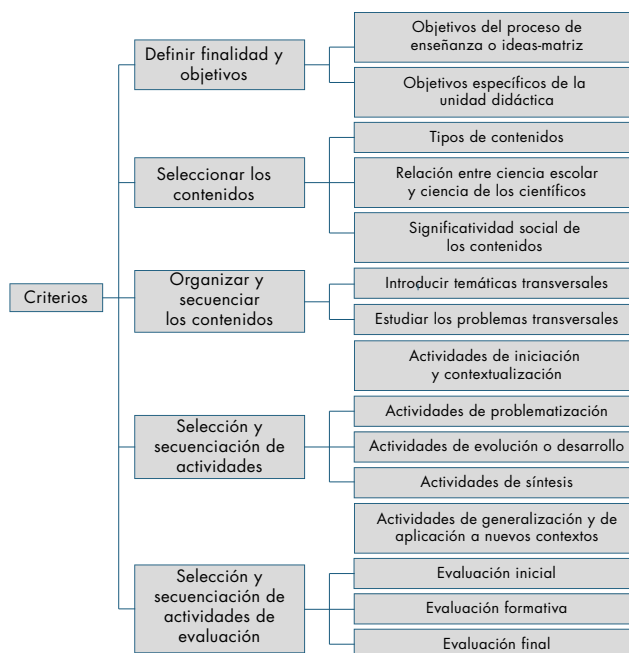


Figura 1. Criterios en la elaboración de una unidad didáctica.

Fuente: tomada y ajustada de Sanmartí (2005)

De acuerdo con Fernández, Elortegui, Rodríguez y Moreno (1999), la elaboración de unidades didácticas debe partir de la integración de varios aspectos: los procesos de investigación educativa como línea de trabajo, la innovación didáctica como el aporte de nuevas perspectivas y el equipo en trabajo como dinámica de interacción social y toma de decisiones. Por esta razón, se requirió la planificación de una serie de actividades, que incluyeran y detallaran todos los aprendizajes que se esperaba que logaran los alumnos, así como los procedimientos y medios que se consideraban adecuados para alcanzarlos, por lo que en el diseño de la unidad didáctica se tuvieron en cuenta los criterios orientadores que se detallan en la figura 1.

Diseño metodológico

El marco metodológico empleado fue la investigación acción, que ha sido formulada desde

diversos enfoques, y que a su vez requiere de una espiral de ciclos de planeación, acción, observación y reflexión, de manera que los resultados de un ciclo de investigación sirven como punto de partida para el siguiente, y el conocimiento que se produce es relevante para la resolución de problemas y el aprendizaje. Cuando se hace en equipo, la investigación acción puede también resultar en aprendizaje organizacional y desde otras perspectivas producir transformación social (Anderson y Herr, 2007).

El trabajo fue implementado en dos grupos focales de las instituciones educativas Rafael Delgado Salguero y Colombia Viva, de grado décimo de educación media, en la ciudad de Bogotá; cada uno de los cuales estaba integrado por 40 estudiantes, que se subdividieron en 10 grupos de trabajo.

En lo relativo a metodología, se plantearon tres fases en el proyecto de acuerdo con la figura 2.

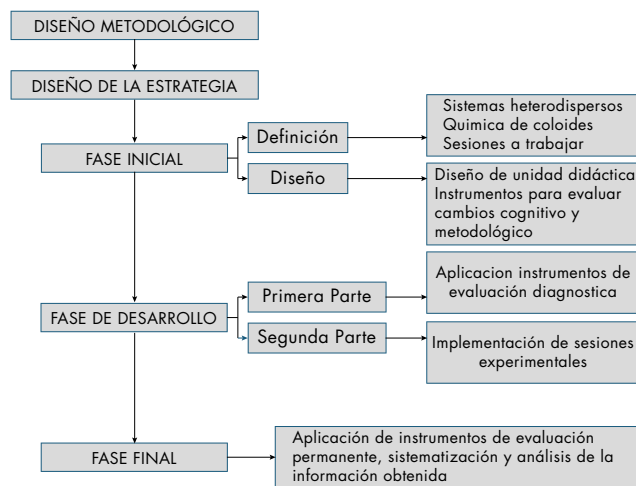


Figura 2. Fases del proyecto.

Fuente: elaboración propia

Planificación de la unidad didáctica

A partir de los criterios sugeridos por Sanmartí (2005), se diseñó la unidad didáctica

para abordar la temática *química de coloides*, según las diferentes actividades, apuntando al objetivo principal de lograr cambios de orden conceptual y metodológico:

- Actividad inicial: Prueba de entrada. Primera sesión.
- Actividades de conceptualización: Dos sesiones de explicación de los conceptos a trabajar en la unidad didáctica.
- Actividades experimentales: Secuencia de prácticas experimentales a desarrollar sobre la temática de la unidad didáctica. Tres sesiones.
- Actividad de socialización: En la que los estudiantes presentaron los resultados, obtenidos luego de realizar las actividades propuestas en la unidad. Una sesión.
- Actividad final: Prueba final.
- Actividad interactiva: Sesión experimental en la que se mostraba a los estudiantes el trabajo que se desarrolló a nivel culinario, pero desde el marco de la gastronomía molecular.

Instrumentos

A continuación se presenta en la tabla 2 la relación de instrumentos utilizados con sus respectivas intencionalidades y niveles o dimensiones estudiadas, que da cuenta de la manera como fueron generados los resultados.

Tabla 2. Instrumentos aplicados sobre los grupos objetivo. Elaboración de los autores

Instrumento o parámetro evaluado	Intencionalidad del instrumento	Nivel o dimensión
Formato de cambio conceptual	Teniendo en cuenta que el cambio conceptual no fue considerado como un simple cambio del contenido de las concepciones, con el instrumento se evaluó en diferentes niveles el avance de los estudiantes.	Conocimiento
		Comprensión
		Aplicación
		Análisis
		Síntesis
		Evaluación
Formato de cambio metodológico	Dado que el trabajo centró su metodología en la realización de trabajos prácticos, se buscaba con el instrumento ver como a través de estas se podían superar dificultades en el aprendizaje de las ciencias, y específicamente en lo que hacía referencia a un cambio metodológico para lograr los objetivos propuestos dentro de la unidad didáctica.	Adquisición de nueva información
		Interpretación de los datos recogidos
		Análisis de inferencias realizadas a partir de la información recabada
		Comprensión y organización conceptual de la información
		Forma de comunicar los conocimientos adquiridos
Entrevista semiestructurada	Se realizó una entrevista semiestructurada, la cual permitió realizar preguntas abiertas y cerradas (con escala tipo Likert), dirigida a varios subgrupos de trabajo, cuya finalidad fue investigar la concepción que tenían los estudiantes frente al trabajo desarrollado, el interés que generó la metodología, el trabajo en equipo logrado y la aplicabilidad que observaban del método de trabajo a otras temáticas.	Cambio conceptual / Cambio metodológico

Instrumento o parámetro evaluado	Intencionalidad del instrumento	Nivel o dimensión
Formato de observación de grupos por sesión	Se construyó una pauta de observación de clases, tomando como base una escala tipo Likert en la que cada ítem se valoró de 1 a 5, siendo 5 la máxima valoración. Dicha pauta constó de 11 ítems: 4 apuntaban a medir si las estrategias metodológicas desarrolladas aportaron al aprendizaje del estudiante; 5 de ellos, a medir el trabajo cooperativo del grupo, y 2 de ellos, a evaluar la preparación del trabajo cooperativo antes de realizar las actividades.	Trabajo cooperativo
Memoria de las sesiones (informes de laboratorio)	Para cada grupo de trabajo, se elaboró una carpeta en la que se archivó cada una de las guías de las actividades planteadas en la unidad, así como las memorias de cada sesión y las tablas en las que se registraron los resultados obtenidos en las sesiones experimentales. En ellas se incluyeron los análisis y los resultados de la socialización de las experiencias.	Trabajo cooperativo / Cambio conceptual / Cambio metodológico

Fuente: elaboración propia

Resultados y discusión

Cambio conceptual

Nivel Conocimiento. En la figura 3 se puede observar que en las dos instituciones, gran parte de los estudiantes reconocen que su nivel de conocimiento fue suficiente para realizar las actividades sugeridas.

El nivel conocimiento, según Anderson y Krathwohl (1999), hace referencia a la capacidad que tiene el estudiante para recordar o reconocer información específica sobre lo que

se pregunta; evidencia de esto es la apropiación y dominio del tema que mostraron los estudiantes luego de la implementación de la unidad didáctica, la cual se diseñó con actividades experimentales que facilitaron el trabajo desarrollado en cada sesión; así, se logró que estos incrementaran su aprendizaje al transcurrir cada una de ellas; en esta dirección, cuando ellos explicaban, articulaban y podían definir con sus palabras lo que se preguntaba o lo que ocurría, se percibió un cambio conceptual, producto del proceso de aprendizaje cooperativo que se dio durante todas las sesiones.

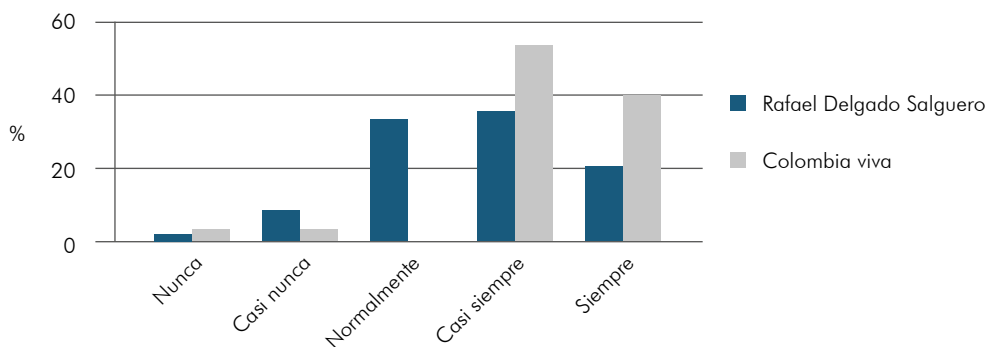


Figura 3. Percepción del nivel de conocimiento para realizar la actividad planteada.

Fuente: elaboración propia

Nivel comprensión. Apoyados en el instrumento de evaluación de cambio conceptual, el hecho de que los estudiantes aprendieran en diferentes espacios los condujo a pensar en cómo se podían expresar los fenómenos que observaban, así como a seleccionar el lenguaje más adecuado para hacerlo. En este nivel hubo una notable diferencia en las dos instituciones evaluadas, dado que un 39,6 % de los estudiantes del Colegio Rafael Delgado Salguero afirman utilizar, *normalmente*, el lenguaje científico para explicar esos fenómenos, mientras que en el Colegio Colombia Viva el porcentaje más alto corresponde al 36,7 %, quienes dicen que *siempre* utilizan este lenguaje.

De acuerdo con las categorías de Bloom revisadas por Anderson y Krathwohl (1999), en este nivel el estudiante construye relaciones entre conocimientos, entiende procesos y por ende puede explicarlos o describirlos. Teniendo en cuenta los resultados, se podría afirmar que el nivel de comprensión de los estudiantes de los dos colegios fue favorable; sin embargo, cuando se hacían preguntas o cuestionamientos a algunas temáticas y la respuesta se daba en forma oral, les costaba trabajo, en ocasiones, dar explicaciones concretas y apoyarse en argumentos teóricos de sustento, desde un lenguaje científico.

Nivel aplicación. En la figura 4 se observan resultados de las pruebas inicial y final realizadas a los estudiantes de las dos instituciones, quienes relacionan los conceptos *solución*, *coloide*, *emulsión* y *suspensión*, en su gran mayoría, con elementos de la cocina, específicamente con la gelatina. En los resultados, algunos hicieron referencia a insumos como el gel para el cabello o el jarabe para la tos. En este punto, cabe considerar que el escaso contacto con la temática que habían tenido los estudiantes, antes de la implementación de la unidad didáctica, podría constituirse en el causal de que algunos de ellos desconocieran algunas formas heterodispersas y productos en los que ellas se pudieran presentar en su diario vivir.

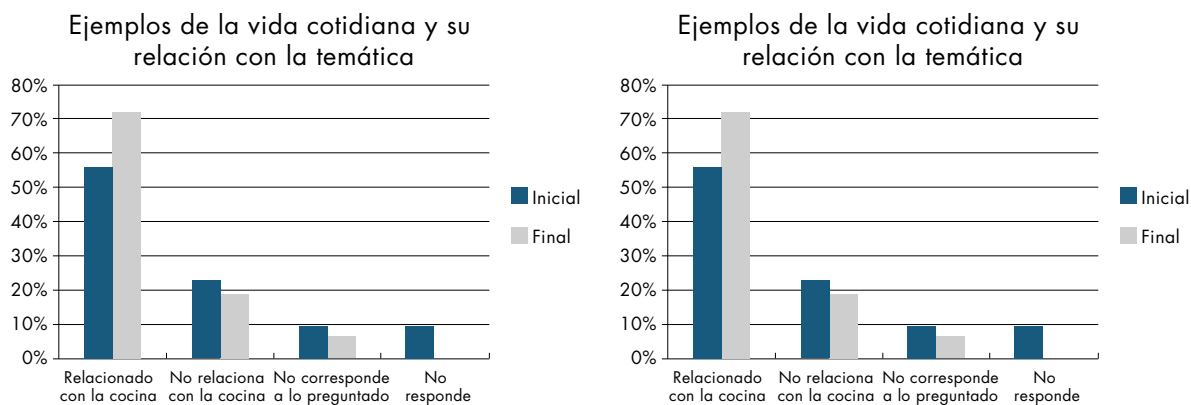


Figura 4. Comparación respuestas estudiantes de las dos instituciones en las pruebas inicial y final.

Fuente: elaboración propia

Para Bloom (1979), en el nivel de aplicación se espera que el estudiante relacione lo que aprendió en los niveles de conocimiento y comprensión, con situaciones en las que pueda representar o simular lo aprendido anteriormente. En el trabajo realizado con los dos grupos objetivo, luego de realizar las actividades experimentales, la gran mayoría logró relacionar apropiadamente los conceptos trabajados con la vida cotidiana, al darse cuenta que las sustancias empleadas, aunque fueran de uso diario, servían para explicar conceptos químicos.

En el instrumento de evaluación de cambio conceptual, las preguntas se enfocaron en la importancia del trabajo realizado, en términos del valor agregado que podría tener luego de su implementación, cuando el estudiante reconociera un aumento en su motivación por aprender y en la medida de poder cumplir con las expectativas que se generaron al iniciar el proyecto.

En esta medida, un alto porcentaje de los estudiantes se mostró bastante interesado en la temática, muestra de ello es la participación activa durante todas las sesiones, así como el interés por consultar más de lo que se pedía por parte del docente investigador; en consecuencia, los resultados obtenidos en la prueba final muestran una diferencia notable en comparación con el estado inicial.

Nivel análisis. Aquí, las preguntas, tanto en las pruebas inicial y final como en el instrumento de evaluación de cambio conceptual, se centraban en la percepción que tenía el estudiante sobre la temática luego de la implementación de la unidad didáctica; así, por ser un nivel de orden superior, de acuerdo con la taxonomía de Bloom et al. (1979), se esperaba que el estudiante asimilara cada uno de los conceptos adquiridos para luego relacionarlos en los diversos escenarios que se le presentaran a diario, en la medida en que lo que aprendiera

le sirviera para resolver o explicar situaciones que se pudieran presentar, relacionadas con los temas trabajados.

En las diferentes sesiones de trabajo se observó que, conforme transcurría el tiempo, específicamente en el Colegio Colombia Viva, algunos estudiantes además de seguir el trabajo que se planteaba en la unidad, hacían inferencias sobre el experimento, y con las conclusiones que presentaban en los informes de laboratorio se evidenció la articulación entre los conceptos y la vida cotidiana.

Nivel síntesis. En este nivel, era de esperarse que el estudiante creara, integrara, combinara ideas, planeara y planteara nuevas maneras de hacer, a partir de la aplicación del conocimiento y de las habilidades adquiridas (Anderson y Krathwohl, 1999). En esta dirección, en la socialización de las actividades por parte de los grupos, se evidenció aprendizaje en la mayoría de los estudiantes, indicado por la calidad argumentativa en las conclusiones obtenidas por ellos, en el interés por las actividades y, en cierta medida, en el hecho de que algunos vieran en esta modalidad de trabajo una opción para trabajar otras temáticas químicas. Además, la gran mayoría se aproximó al uso del lenguaje científico, aspecto que se evidenció en la presentación de los informes escritos de cada actividad experimental, por parte de todos los subgrupos de trabajo.

Lo anterior se puede también argumentar si se tiene en cuenta la importancia, que fue evidenciada en las dos instituciones educativas, de una retroalimentación de lo observado y de la necesidad de construir explicaciones a los fenómenos estudiados, desde los respectivos análisis de los conocimientos que tenían sobre el tema, en este sentido, la construcción dependía además de los aportes que cada integrante del grupo hacía, por lo que el trabajo cooperativo fue clave para el logro de los objetivos propuestos inicialmente.

Nivel evaluación. Este nivel se logró durante las sesiones de socialización final de las conclusiones y recomendaciones de las actividades experimentales planteadas en la unidad didáctica; en tal sentido se observó cómo unos estudiantes alcanzaron este nivel en su destreza para exponer, debatir y sustentar con argumentos teóricos dichas conclusiones. En esta dirección, cuando el estudiante emite juicios respecto al valor de un producto según opiniones personales a partir de unos objetivos dados, se evidencia que ha alcanzado el último nivel del orden superior, según la taxonomía de Bloom et al. (1979). En este plano del análisis, como se puede observar en la figura 5, un porcentaje de los estudiantes del Colegio Colombia Viva consideran que el trabajo desarrollado contribuyó a su formación, pues reconocieron cambios en su aprendizaje con respecto al estado inicial.

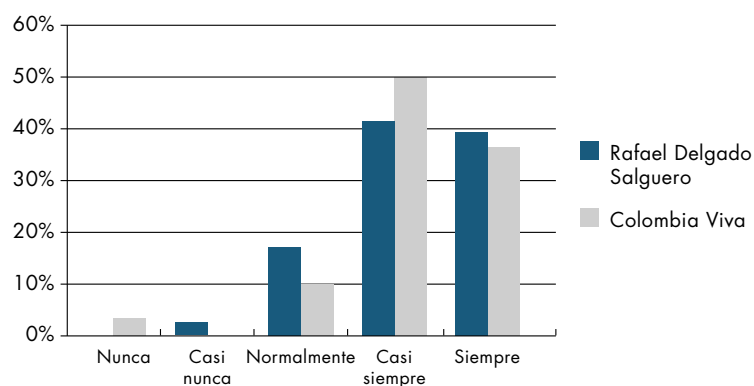


Figura 5. Cambio en conocimientos, destrezas y habilidades con respecto al nivel inicial.

Fuente: elaboración propia

En otros términos, se puede acudir al hecho de que en el trabajo con estudiantes de secundaria en instituciones de formación académica sin ninguna especialidad, aunque sea común encontrarse con estudiantes que tienen intereses particulares bastante alejados del trabajo en el ámbito científico, ellos son motivados a aplicar sus conocimientos para tener explicaciones de situaciones rutinarias, particularmente en el contexto culinario, desde su interacción en equipos de compañeros que comparten con ellos idénticas expectativas e inquietudes.

Cambio metodológico

Nivel adquisición de nueva información. En este nivel, de acuerdo con Solbes (2009) el estudiante observa, maneja, selecciona sus fuentes de información y luego se apropia de la nueva información.

Las actividades realizadas en el marco de la unidad didáctica dieron a los estudiantes la opción de consultar previamente las temáticas a trabajar, antes de cada sesión experimental; de esta forma, lo que ellos conocían en alguna medida desde el aspecto teórico se vio reflejado en forma práctica en el laboratorio. En tal dirección, en los resultados del instrumento de evaluación del cambio metodológico,

la mayoría de los alumnos consideraba que las actividades realizadas fueron acordes al contexto en que se encontraban, debido, en gran medida, a que se utilizaron implementos de cocina, conocidos por la mayoría de ellos. Además, hubo cambios favorables con respecto al estado inicial de su nivel de conocimiento, luego de la implementación de la unidad didáctica.

No obstante, en las respuestas de los estudiantes en la entrevista, en la pregunta 13 (¿Qué otros temas le interesaría aprender a partir del uso de esta metodología de trabajo?), la estudiante E4.G7 menciona intereses muy particulares en algunos casos: “Para conocer la composición de la materia, en particular la que consumimos”.

○ de interés en el trabajo con aspectos culinarios en otros, como el estudiante E2.G5 del Colegio Rafael Delgado Salguero, quien afirma: “Siempre nos gusta más aprender sobre cosas más interesantes, y es muy interesante entender que los coloides están presentes en los alimentos y que sus propiedades, como el sabor, dependen de cómo está constituido fisicoquímicamente el sistema”.

Así, aunque para ellos, en la mayoría de los casos, hay un avance en su parte conceptual con respecto al inicio, no siempre se evidencia unanimidad en cuanto a aspectos de corte motivacional.

Nivel interpretación de los datos recogidos. En este nivel, los resultados muestran que la gran mayoría de los estudiantes ve en la retroalimentación del trabajo una oportunidad para compartir las observaciones que cada grupo puede tener, así como las conclusiones a las que cada grupo llegó; por tanto, es muy importante para este nivel el trabajo cooperativo, ya que los resultados dependen del compromiso que cada integrante del grupo tenga con el desarrollo de las actividades; esto se observó desde el momento en que los grupos analizaron

cada una de las actividades experimentales. En tal dirección, ponerse de acuerdo en cómo realizarlas, analizar las posibles dificultades presentadas y plantear soluciones durante su desarrollo, implica para ellos un significativo en el ámbito de trabajo en equipo, ejemplo de tal argumentación se observa en la respuesta dada a la pregunta 8 por la estudiante E2.G8 del Colegio Rafael Delgado Salguero: “Repartiéndonos el trabajo y argumentando respecto a las razones de lo que ocurría en cada caso”.

Por otro lado, en cuanto a los recursos utilizados, y dadas las condiciones sociales y económicas de algunos estudiantes, se observó un porcentaje importante de ellos que refieren haber tenido inconveniente con el acceso a los recursos, a pesar de que en la mayoría de las actividades las sustancias eran de uso cotidiano, económicas y de fácil accesibilidad; en este sentido, la estudiante E1.G4 del Colegio Rafael Delgado Salguero menciona: “Sería importante tener los instrumentos de trabajo, que pudieran abastecer a todo el curso, para no tener la necesidad de esperar y no tener retrasos innecesarios”.

Nivel análisis e inferencias realizadas a partir de la información recogida. En este nivel, de acuerdo con Solbes (2009), los estudiantes conceptúan que pueden planificar y realizar un experimento, extrayendo conclusiones o comparando las implicaciones de la información recogida de acuerdo con su contexto de trabajo.

Así, por ejemplo, en la entrevista y en las preguntas 6 y 8, en las que se cuestiona por la participación de los integrantes del grupo y por las estrategias para llevar a buen término las actividades, un alto porcentaje de los estudiantes mencionaron que una vez leían la propuesta de trabajo y analizaban el procedimiento, decidieron delegar responsabilidades, con la particularidad de que cada integrante del grupo de trabajo conocía lo que sus demás compañeros tenían que hacer en cada parte

de la actividad, aquí es interesante, a modo de ejemplo, la percepción de la estudiante E4.G1 del Colegio Colombia Viva: “Sí, siempre hay la disposición para aprender... es importante la distribución de trabajo y la controversia”.

En esta medida, la mayoría de los estudiantes considera que las actividades se plantearon de tal forma que aportaron al mejoramiento de su aprendizaje; en ese sentido, expresan que podían ver de forma más clara y tangible la aplicación de lo que aprendían en su vida cotidiana, a la vez que incrementaba su interés por la clase. Específicamente, en la pregunta 14, donde se hace alusión al tipo de trabajo que se realizó en la clase de química, la mayoría de los estudiantes afirmó que la enseñanza de la química desde un enfoque experimental facilitó el aprendizaje; por ejemplo, la estudiante E.3G.2 del Colegio Rafael Delgado Salguero afirma: “Desde que adquirimos conocimientos por medio de actividades dinámicas, fue mucho mejor y más fácil el aprendizaje”.

Nivel comprensión y organización conceptual de la información. En este nivel se evidencia que el trabajo realizado fue significativo para la mayoría de los estudiantes. Esto se justifica en las conclusiones de los informes de laboratorio de los alumnos, y en los procedimientos para alcanzar los objetivos de cada actividad experimental; es decir, encuentran utilidad en el trabajo realizado, pues al comprender los procesos fisicoquímicos de los trabajos experimentales, los relacionaron con otros sistemas de su cotidianidad. En tal dirección, al preguntar por la relación que ellos observaban entre la química y la cocina, el estudiante E1.G4 del Colegio Rafael Delgado Salguero dice: “Sí, porque para poder cocinar o hacer algún postre tenemos que tener una medida para que pueda coger textura, particularmente con las sustancias que actúan como viscosantes”.

La estudiante E3 del mismo grupo afirma: “Porque desde el escenario de la cocina se pueden descubrir varios aspectos químicos sin tratar con sustancias químicas peligrosas; por ejemplo, yo no sabía la diferencia entre emulsiones o/w y o/w”.

Según se ha mostrado en el presente escrito, los estudiantes se apropiaron de los conceptos trabajados; esto se justificó y corroboró en el lenguaje que empleaban al explicar los fenómenos, así como en la presentación de resultados en las sesiones de socialización. En esta dirección, la mayoría de los estudiantes estableció relaciones entre los conceptos dados por el docente, la bibliografía sugerida en la unidad didáctica y las consultas sobre la temática, lo que favoreció la explicación y la comprensión de los fenómenos ocurridos.

Nivel facilidad para comunicar los conocimientos adquiridos. Los procedimientos sugeridos en la unidad didáctica facilitaron que los datos obtenidos durante las actividades experimentales se hicieran con rigurosidad y orden, lo que favoreció su análisis. Esto se evidenció en los resultados presentados en los informes escritos de cada actividad experimental y en su posterior socialización a los demás equipos. En este sentido, hubo un alto grado de concordancia entre las conclusiones a las que llegaron los estudiantes y la revisión teórica que tuvieron que hacer; en

otras palabras, en el interior de los equipos hubo discusiones académicas que facilitaron los concesos y la reconstrucción de conceptos, aproximándose a aquellos propuestos para la enseñanza de la ciencia en secundaria.

Aprendizaje cooperativo

Al realizar el análisis estadístico para establecer si existió correlación entre los resultados obtenidos en los grupos de estudiantes de las dos instituciones, se determinó que no hubo diferencias significativas (test *t* de student; $p < 0,05$).

En este sentido, se entiende que los ítems a evaluar en los informes de laboratorio presentados por los estudiantes en cada grupo de trabajo y en cada institución, así como los resultados y conclusiones, provienen de la construcción cooperativa durante las fases de los trabajos experimentales; así, en estos informes, los resultados son similares en términos estadísticos a los obtenidos durante las observaciones de clase.

De esta forma, hubo cohesión entre los miembros del grupo cuando en las socializaciones de los resultados por parte de los estudiantes que integraron los equipos de trabajo, se notó un conocimiento de los argumentos de sus compañeros, y los apoyaban con otras

ideas e interactuaban a través de discusiones académicas. En este sentido, la idea no era buscar un pensamiento homogéneo en los grupos, sino que se pretendía que los acuerdos a los que se llegara fueran significativos y así se promocionara el aprendizaje.

Por otra parte, en la implementación de esta metodología de trabajo cooperativo, se observó la capacidad de organización de cada grupo de trabajo, la definición de los roles de sus miembros, sus responsabilidades y la participación durante las fases de las actividades experimentales. En esta medida, este trabajo facilitó la realización de las actividades, pues los estudiantes generalmente lo que entienden como trabajo grupal o en equipo es una simple delegación de funciones y se cumple cuando cada cual aporta el resultado de lo encargado, aunque los demás no comprendan lo que el compañero estuviera aportando, por tal razón, para la propuesta implementada, esta metodología fue significativa.

Por último, en la tabla 3, se encuentran los resultados finales de las dos instituciones educativas, según los niveles alto, medio y bajo de percepción de los cambios observados en los estudiantes a lo largo de la implementación de la propuesta.

Tabla 3. Matriz de resultados finales.

Ámbito	Nivel	Resultados	
		Colegio Rafael Delgado Salguero	Colegio Colombia Viva
CONCEPTUAL	Conocimiento	Medio	Medio
	Comprensión	Medio	Alto
	Aplicación	Medio	Alto
	Análisis	Medio	Medio
	Síntesis	Medio	Medio
	Evaluación	Medio	

Ámbito	Nivel	Resultados	
		Colegio Rafael Delgado Salguero	Colegio Colombia Viva
METODOLÓGICO	Adquisición de nueva información	Medio	Medio
	Interpretación de los datos recogidos	Medio	Medio
	Análisis e inferencias a partir de la información recogida	Medio	Medio
	Comprensión y organización conceptual de la información	Medio	Medio
	Forma de comunicar los conocimientos adquiridos	Medio	Medio
APRENDIZAJE COOPERATIVO	Colaboración	Alto	Alto
	Trabajo en equipo	Medio	Alto
	Responsabilidad e integración entre los miembros del grupo	Medio	Alto
	Participación activa en las actividades	Medio	Alto

Convención: **alto**: entre 70 % y 100 % de percepción de cambio; **medio**: entre 35 % y 70 %; **bajo**: entre 0 % y 35 %.

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

La estrategia metodológica implementada en las instituciones educativas Rafael Delgado Salguero y Colombia Viva, basada en el aprendizaje cooperativo y enmarcada en la gastronomía molecular, con miras a lograr un cambio conceptual y metodológico en los estudiantes de grado décimo, consolidó una forma de trabajo en la asignatura, en la que ellos desempeñaron el papel principal en todas las sesiones, colaborándose todo el tiempo para el logro de los objetivos propuestos. En esta medida, hubo cambios en los planos, tanto conceptual como metodológico, que permitieron les permitió evidenciar la relación entre las temáticas abordadas y su aplicabilidad en la vida cotidiana.

Además, al finalizar la investigación, un gran porcentaje de estudiantes logró una apropiación del lenguaje científico, así como una aproximación a lo que es el trabajo experimental, desconocido para algunos de ellos, teniendo en cuenta las condiciones en las que se desenvuelven a diario. Por tanto, cuando el estudiante percibe un cambio en su formación, se interesa por seguir cultivando este proceso y se facilita el desarrollo de otras habilidades en el ambiente de trabajo cooperativo, particularmente en los trabajos prácticos experimentales.

En el desarrollo de las actividades experimentales, los estudiantes se apropiaron, en gran medida, de los conceptos ilustrados en las sesiones iniciales de la unidad didáctica, lo cual les facilitó analizar los fenómenos presentes, aspecto

que se evidenció en las conclusiones en los informes elaborados, debido a que estas están sustentadas en teorías y principios. Además, al insertarse en la modalidad de trabajo cooperativo, se favoreció la interacción de los saberes, inicialmente en el interior de cada grupo y, posteriormente, entre grupos.

El trabajo experimental desarrollado en las sesiones mejoró las habilidades y destrezas de los estudiantes en la manipulación de materiales y equipos del laboratorio y de utensilios de cocina, lo cual motivó en la mayoría de ellos una nueva alternativa en la resolución de problemas desde una aproximación empírica, debido a que reconocieron la importancia de una fundamentación teórica antes de desarrollar cualquier experimento. En ese sentido, se generaron relaciones entre los fenómenos observados, las teorías y principios enseñados, con el fin de proponer explicaciones posibles, enmarcadas en el conocimiento científico escolar. Sin embargo, es pertinente afirmar que no contar con un espacio de laboratorio adecuado para las prácticas dificulta un poco el trabajo.

Al analizar los resultados obtenidos a través de la implementación de los instrumentos diseñados para evaluar esta propuesta, se evidenció en los estudiantes la capacidad para analizar la información recopilada durante la ejecución de cada actividad sugerida en la unidad didáctica y socializada a los otros grupos; este hecho incentivó en ellos discusiones académicas fundamentadas en los referentes consultados, y que favorecieron la construcción de aproximaciones teóricas.

Los estudiantes establecieron relaciones entre las problemáticas abordadas, los referentes teóricos consultados, las observaciones realizadas y las conclusiones obtenidas; esto se observó en las argumentaciones presentadas en los informes de laboratorio, y corroboró en su respectiva socialización ante los demás grupos.

No obstante, teniendo en cuenta los problemas que puedan tener algunos estudiantes para trabajar juntos, es necesario intervenir para aumentar la eficacia de los grupos de aprendizaje. Esta retroalimentación generó en los estudiantes habilidades para juzgar o criticar, al emitir un concepto sobre el trabajo realizado y al analizar el de sus otros compañeros, cuyos aportes son susceptibles de convertirse en referentes para futuros trabajos.

En términos generales, las actividades propuestas en la unidad didáctica incentivaron a los estudiantes a realizar una revisión de los conceptos a trabajar en las prácticas experimentales, lo que motivó a que cada equipo de trabajo decidiera acertadamente en el momento de seleccionar los referentes teóricos, favoreciendo la relación e integración de la teoría y la práctica. Durante estas actividades, se facilitó la comprobación o contrastación empírica de las concepciones alternativas y los posibles resultados obtenidos en cada una de las prácticas, lo que promovió el análisis de los fenómenos presentes.

Esta propuesta facilitó el abordaje de temáticas de la química mediante la implementación de actividades experimentales, e incentivó en los estudiantes la formulación de estrategias de trabajo, las cuales pretendían analizar los fenómenos presentados, a través del registro sistemático de las observaciones. Por tanto, es importante resaltar este método de investigación, ya que analiza la práctica llevada a cabo en el aula y ayuda a mejorarla a futuro.

Por último, es pertinente plantearse algunas preguntas para posteriores investigaciones ¿Los grupos deben ser homogéneos o heterogéneos, en cuanto a las habilidades al momento de realizar las prácticas?; ¿conviene que sea el profesor quien asigne los grupos o se deben elegir entre ellos mismos?; ¿qué otras temáticas podrían ser abordadas con esta metodología de trabajo en el aula?

Referencias

- Anderson, G. y Herr, K. (2007). El docente-investigador: investigación acción como una forma válida de generación de conocimientos. En I. Sverdlick (Ed.). *La investigación educativa: Una herramienta de conocimiento y de acción*. (pp. 47-70). Buenos Aires: Noveduc.
- Anderson, L.W. y Krathwohl (Eds.). (1999). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nueva York: Longman.
- Barham, P. (2002). *La cocina y la ciencia*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Bloom, B.S. et al. (1979). *Taxonomía de los objetivos de la educación: ámbito del conocimiento*. Alcoy: Ed. Marfil.
- Castillo, O., y González, E. (2007). *La gastronomía: una mirada transversal y un conocimiento transdisciplinario*. I Congreso Internacional de Gastronomía. Universidad Metropolitana. Caracas, Venezuela
- Fernández, J., Elórtgui, N., Rodríguez, J. y Moreno, T. (1999). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Díada Editora.
- Ferreiro, R. y Calderón, M. (2000). *El ABC del aprendizaje cooperativo*. México: Trillas.
- Grosser, A. (1984). Cooking with Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 61(4), 362-363.
- Johnson, D. et al. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Martín, A., Martín, J. y Lozano, R. (2007). *Procesos de cocina (Aspectos transversales)*. Madrid: Visión Libros.
- Miles, D. y Bachman, J. (2009). Science of Food and Cooking: A Non-Science Majors Course. *Journal of Chemical Education*, 86(3), 311-315.
- Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En D. Couso, E. Cadillo, G. Perafán y A. Adúriz-Bravo, *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. (pp. 13-58) Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 2-20.

Para citar este artículo

- Casas, J., Albarraçín, I. y Cortés, C. (2017). Gastronomía molecular. Una oportunidad para el aprendizaje de la química experimental en contexto. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 42, 125-142.