





Artículo de revisión

La cocina molecular. Una revisión sistemática de la literatura.

 Rodrigo Francisco Samaniego Gancino ^{1*},  Luis Roberto Domínguez-Aguirre ^{2,*}

¹ Utel Universidad, Maestría en Administración de Negocios en Alimentos y Bebidas. Quito. Ecuador.

² TecNM, Instituto Tecnológico Mario Molina. División de ingeniería en gestión empresarial. Puerto Vallarta, Jalisco. México

* Correspondencia: luisrda69@gmail.com

Recibido: 1 de mayo, 2023. Aceptado: 19 de mayo, 2023

Publicado en línea: 23 de mayo, 2023

DOI: 10.5281/zenodo.7963001

Resumen

La cocina molecular se ha conocido con diferentes nombres en la práctica, lo que ha provocado confusiones en cuanto a su conceptualización, procedimientos y manejo de los avances científicos. Este trabajo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre cocina molecular. Se utilizó el método de síntesis de investigación de Cooper, que consta de las etapas de formulación del problema, búsqueda de literatura, calidad de los documentos, análisis de hallazgos, interpretación y presentación de resultados. Los principales resultados muestran la estructura bibliométrica, la evolución conceptual y los hallazgos empíricos de la cocina molecular.

Palabras clave: Gastronomía molecular, cocina, negocios, ciencia de alimentos



Molecular gastronomy. A systematic literature review.

Abstract

Molecular gastronomy has been known by different names in practice, leading to confusion regarding its conceptualization, procedures, and handling of scientific advances. This paper presents a systematic literature review of molecular gastronomy. Cooper's synthesis of research method was used, consisting of problem formulation, literature search, quality of papers, analysis of findings, interpretation, and presentation of results. The main results show the bibliometric structure, conceptual evolution, and empirical findings of molecular gastronomy.

Keywords: Molecular gastronomy, cuisine, business, food science



Introducción

La cocina molecular, es una rama innovadora de la ciencia de los alimentos, ha sido objeto de numerosas investigaciones, cambios conceptuales y giros disciplinarios y ha contribuido significativamente a los avances en la industria alimentaria y la ciencia de los alimentos. La cocina molecular es la aplicación más profunda de la química y la física en la cocina y, por lo tanto, en la comida y sus condiciones organolépticas (This H. , 1995). Desde hace años, esta disciplina ha sido principalmente dominada por restaurantes, ya que muchos de ellos se han convertido en laboratorios dedicados a esta rama de la ciencia culinaria. El Bulli, Noma y Alinea son algunos de los principales restaurantes que han destacado en el desarrollo y avance de esta disciplina (Barham P. , 2021).

La gastronomía molecular, como concepto, tuvo su origen en el año 1988 (This & Kientza, Experimental flavour workshops, 2021). Los científicos responsables de su creación fueron Nicholas Kurti y Herve This, quienes se propusieron investigar las transformaciones físicas y químicas que ocurren durante la preparación de los alimentos. A partir del año de nacimiento de esta disciplina los científicos desarrollaron varias investigaciones que llevaron a definir los cinco objetivos iniciales de esta rama, estos fueron planteados en la tesis doctoral de This (1996), los objetivos radicaron en:

- Recopilación de los cuentos viejos de cocina.
- Examinación de recetas existentes para su modificación.
- Introducción de nuevos productos, métodos y herramientas en la preparación de los alimentos.
- Creación de nuevos platos con base en los tres puntos previos.
- La utilización de la comida con el objetivo de promover la ciencia.

A lo largo de los años, se han venido ejecutando cambios en el nombre de esta disciplina, se la conoce como alquimia culinaria, cocina molecular, cocina de vanguardia, gastronomía científica, gastronomía química, gastronomía de vanguardia, cocina progresiva, entre otros nombres adaptándola incluso a distintos idiomas, sin embargo, todas y cada una están construidas por la misma esencia, la cual manifiesta la utilización de nuevos ingredientes, técnicas y herramientas en la preparación de los alimentos. Como manifiesta Barham et al. (2010), en sus inicios, estos alimentos, fueron vistos con poca atracción, incluso con temor a los olores, sabores y texturas, ya que esta disciplina ha logrado crear alimentos en forma de espumas (Dickinson, 2020), perlas (Ayala-Bribiesca & Osorio, 2021), aires, geles e incluso materia flotante (Rodrigues et al. , 2020), lo cual no es lo que se espera, usualmente de un plato o alimento a consumir.



Hoy en día, cuando se habla de cocina molecular, se hace referencia al “Salvador Dalí de la cocina” el chef Ferran Adrià (Yek & Struwe, 2008). Adrià es un icónico genio de la cocina que incluso niega la existencia de la cocina molecular, y en su lugar, afirma que existe un “movimiento molecular”. Este chef ha sido uno de los creadores junto a Albert Adrià, Julio Soler y su equipo, de muchas técnicas, herramientas y productos utilizados en este movimiento molecular el cual hoy en día es empleado en un sin número de restaurantes en todo el mundo (Cassí, 2011). Todo esto fue desarrollado en el restaurante el Bulli radicado en Barcelona, España, entre los años 1962 y 2011, cuando el restaurante cerró sus operaciones debido a que cumplió su misión planteada (This H. , 1995).

Gracias a las bases planteadas por chefs y científicos en años anteriores, han surgido varios expertos en la rama de la ciencia de los alimentos, quienes han adaptado el nombre de la misma a sus modelos o métodos de transformación de los alimentos. Chefs como Heston Blumenthal y Grant Achatz han sido pioneros en Inglaterra y en los Estados Unidos, respectivamente creando platillos y experiencias gastronómicas fuera de lo común tanto en el pasado como en la actualidad (Barham P. , 2021).

Desde una perspectiva científica, Barham et al. (2010) analizan la gastronomía molecular desde los sentidos del gusto, aroma y tacto, detallando en cada apartado los cambios significativos que pueden ocurrir en los alimentos tradicionales cuando se aplica la gastronomía molecular. A lo largo del tiempo, estos cambios han sido vistos tanto de manera positiva como negativa. El lado positivo se centra en la creación de nuevas experiencias, principalmente a través de los tres sentidos mencionados e incluso, en algunos casos, también a través de la vista, como lo demuestra la creación de globos comestibles. Sin embargo, el lado negativo de estas experiencias se refiere a que algunos tradicionalistas ven la gastronomía molecular como un abuso hacia la comida típica de distintas culturas o gastronomías a nivel mundial y también a la utilización de químicos no usuales en los alimentos. A pesar de esto, se ha comprobado que los químicos utilizados en las técnicas moleculares no representan ningún riesgo para la salud (Barham y otros, 2010).

Esta rama de la ciencia de los alimentos ha sido objeto de investigación, desarrollo científico y constante evolución. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es revisar la literatura científica que se ha desarrollado desde el nacimiento de este movimiento, mostrando los contrastes conceptuales, los avances científicos y la presencia de estudios investigativos sobre los principales hallazgos en esta materia.



Método

El método utilizado consistió en seis etapas de síntesis de investigación, las cuales integraron formulación del problema, búsqueda de literatura, análisis de resultados, calidad de los artículos, interpretación y finalmente la presentación de los hallazgos (Cooper, 2019).

Como puede apreciarse en la tabla 1, se analizaron los productos de investigación relacionados con la gastronomía molecular publicados, con los criterios de búsqueda: tittle “molecular gastronomy” or “molecular cuisine” or “food chemistry” en las bases de datos incluidas en la “Web of science core collection” recuperándose todos los registros indexados con estos criterios de búsqueda.

Tabla 1 Palabras Clave de búsqueda

Búsqueda por título	
Title	“molecular gastronomy”
Or	“molecular cuisine”
Or	“food chemistry”

Mediante la búsqueda de artículos electrónicos en la base de datos antes mencionada se obtuvo la totalidad de 59 artículos. Con base en la cantidad de artículos se continuó con la filtración de los mismos, basado en los siguientes juicios:

1. Que brinden concepto sobre la gastronomía molecular.
2. Que examine los componentes de la gastronomía molecular.
3. Que brinde hallazgos y datos de relevancia en relación a la gastronomía molecular.
4. Que la gastronomía molecular sea el tema principal o secundario en el desarrollo del artículo.

Como resultado del proceso de filtración de los artículos se obtuvo una reducción de 26 artículos, para un total de 33 artículos en la muestra para su revisión.

Resultados

La búsqueda arrojó una muestra de 33 artículos, en los cuales se identificaron 58 autores de 15 países distintos y publicados por 53 organizaciones diferentes. La figura 1 muestra que la distribución temporal de los artículos ubica a tres de ellos escritos entre 1999 y 2003, siete entre 2004 y 2008, 11 entre 2009 y 2013, siete entre 2014 y 2018 y, cinco artículos se publicaron entre 2019 y 2020. La mayor producción científica en el tema se observa entre 2009 y 2013.

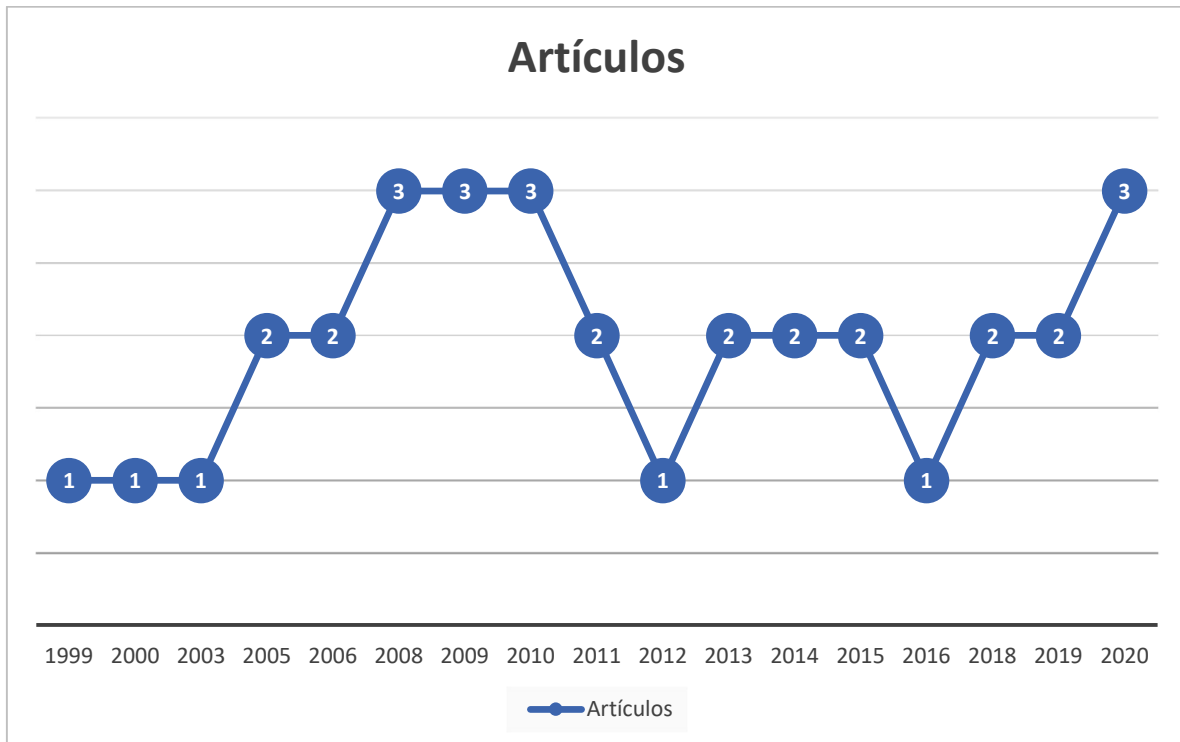


Figura 1 Número de artículos por año sobre Gastronomía molecular

La producción científica analizada sobre el tema de la gastronomía molecular se encuentra distribuida en 31 fuentes diferentes. Se observa que las más productivas son la revista "Embo reports" (especializada en biología molecular) y la revista "International Journal of Gastronomy and Food Science", las cuales han publicado solo dos artículos cada una. Sin embargo, de acuerdo con los datos presentados en la tabla 2, el mayor número de citas se concentra en 13 revistas, siendo las más citadas "Chemical Reviews", "Trends in Food Science and Technology" y "Chemistry - A European Journal", las cuales representan el 34.31% del total de las citas observadas.

Las categorías más destacadas (75%) en la Web of Science con respecto al tema son "Food Science Technology" (36.36%), "Multidisciplinary Chemistry" (15.15%), "Analytical Chemistry" (15.15%) y "Molecular Biology Biochemistry" (9%).



Tabla 2 Citas de las fuentes en la muestra

Fuente	Citas	Citas acumuladas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Chemical reviews	102	102	17.50%	17.50%
Trends in food science and technology	55	157	9.43%	26.93%
Chemistry-a European journal	43	200	7.38%	34.31%
Embo reports	39	239	6.69%	40.99%
International journal of contemporary hospitality management	38	277	6.52%	47.51%
Accounts of chemical research	30	307	5.15%	52.66%
Nature materials	27	334	4.63%	57.29%
International journal of gastronomy and food science	26	360	4.46%	61.75%
American anthropologist	25	385	4.29%	66.04%
British journal of nutrition	25	410	4.29%	70.33%
Organization studies	25	435	4.29%	74.61%
Food biophysics	24	459	4.12%	78.73%
European journal of cultural studies	23	482	3.95%	82.68%
Otras	101	583	17.32%	100.00%

Se identificaron 15 países que, en conjunto, producen los 33 documentos recuperados, y como puede observarse en la Tabla 3, Francia y EE. UU. fueron los más productivos registrando la mayor cantidad de producción científica con 10 documentos cada uno, seguidos de Inglaterra e Italia con 4 documentos cada uno y, en tercer lugar, Dinamarca con 3 artículos. Sin embargo, los países con mayor impacto al concentrar la mayor cantidad de citas son Inglaterra, Francia y Dinamarca con 186, 165 y 136 citas recibidas, respectivamente. Estos tres países han recibido el 44.84% de la totalidad de citas revisadas.



Tabla 3 Producción por países

País	Artículos	Citas
Inglaterra	4	186
Estados Unidos	10	102
Dinamarca	3	136
Francia	10	165
Países bajos	2	62
Noruega	2	68
Escocia	2	38
Suiza	2	79
Italia	4	49
otros (6)	6	201
	45	1086

La búsqueda arrojó un total de 58 autores con publicaciones relacionadas con la gastronomía molecular, y cuyos trabajos están disponibles en la base de datos WoS. Los autores más productivos son Herve This y Job Ubbink, con 9 y 2 artículos respectivamente.

En la Figura 2, se aprecia que las redes de colaboración se han centrado en los dos países que encabezan la productividad por el país de la institución de adscripción de sus autores (Francia y Estados Unidos), aunque, como se puede observar, solo hay colaboración con un número limitado de países. Se identificó que, de los 33 documentos obtenidos, una mayoría casi absoluta de 31 artículos se publicaron en el idioma inglés, y solamente 2 artículos en francés.

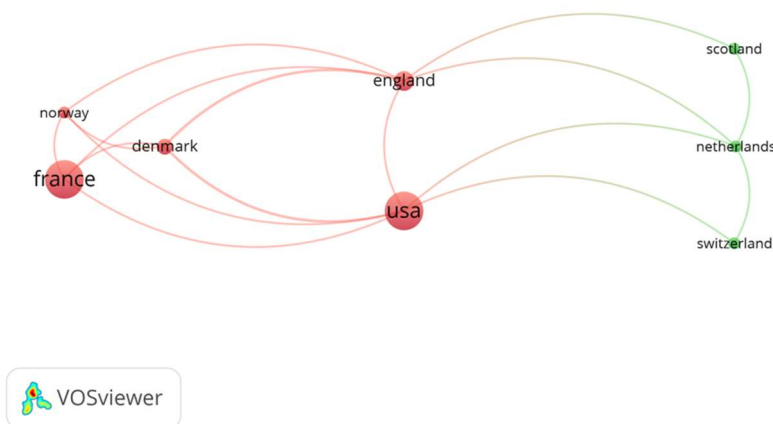


Figura 2 Colaboración entre países para tratar el tema de Gastronomía molecular



Nota: Elaboración a través de VOSviewer (mínimo número de artículos por país = 2)

Como se puede observar en la Tabla 4, los autores más citados son This con 140 citas (2013) (2006) (2005) (2002) (2009) (2003) (2005) (1999), Barham et al. con 102 (2010), Ubbink con 79 (2008) (2008), Vega con 55 (2008) y Spjelkavik et al. con 43 (2014). Si se considera el impacto de su producción, el de mayor impacto sería Barham et al. con 102 citas por artículo, seguido por Vega con 55 citas por artículo, Spjelkavik et al con 43, Ubbink con 39.5 y this con 15.56 citas/artículo. Siendo estos los autores más influyentes en el tema de gastronomía molecular. Así mismo, se indican los autores más productivos, donde destaca This que tiene 9 publicaciones, seguido por Ubbink con 2 trabajos.

Tabla 4 Autores con mayor producción e impacto en el tema de gastronomía molecular

Autor	Número de publicaciones	Citas	Citas por artículo
This, H.	9	140	15.56
Barham, P.	1	102	102
Skibsted, L. H.	1	102	102
Bredie, W. L. P.	1	102	102
Bom Frøst, M.	1	102	102
Møller, Per	1	102	102
Risbo, Jens	1	102	102
Snitkjær, Pia	1	102	102
Mortensen, L. M.	1	102	102
Ubbink, J.	2	79	39.5
Vega, C.	1	55	55
Spjelkavik, AI.	1	43	43
Aarti	1	43	43
Divekar, S.	1	43	43
Didriksen, T.	1	43	43
Blom, R.	1	43	43

En la Figura 3 se pueden observar las redes de co-citación entre autores y la conformación de cuatro clústeres principales: el primero, encabezado por This, seguido de McGee en un segundo clúster. Posteriormente, en un tercer agregado con Vega y Adria y un cuarto clúster referido a Barham.

Subordinados a estos referentes principales aparecen gran número de autores y sus relaciones mutuas, formando una moderada constelación de aproximaciones hacia el tema de gastronomía molecular.

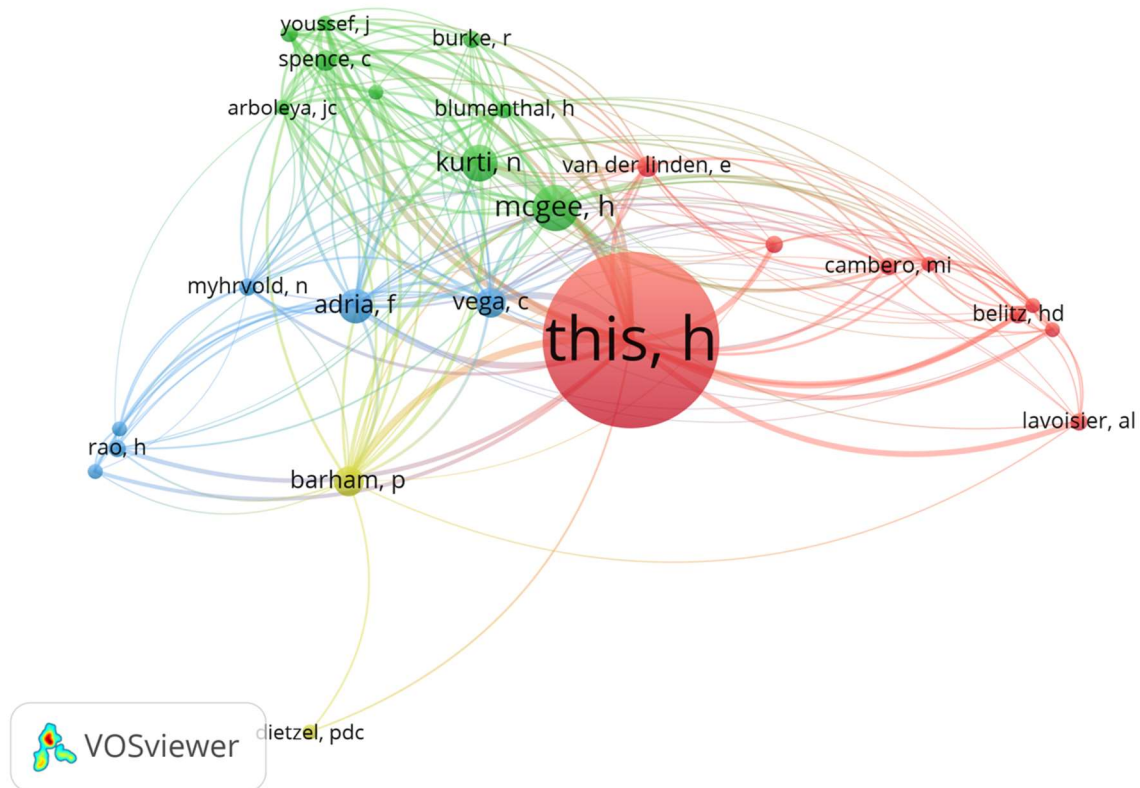


Figura 3 : Co-citación de autores

Nota: elaboración a través de VOSviewer (mínimo número de citaciones por un autor = 4)

En el análisis de los 33 artículos, se utilizaron los términos descriptores, que incluyen las palabras clave del autor y las palabras clave adicionales (All keywords = Keywords author + Keywords plus), lo que generó un total de 127 palabras clave. Al relacionar estos términos, se encontraron 11 que presentaron una co-ocurrencia mínima de dos veces, formando una red que se muestra en la figura 4. Esta red se organiza en tres clusters centrados en la gastronomía molecular, que representan los principales dominios temáticos abordados. A pesar de la prominencia de la "gastronomía molecular", las relaciones más recurrentes se enfocan en las "propiedades físicas", la "ciencia" y la "innovación". También se observaron conexiones cercanas entre los términos "microestructura", "alimentos" y "alta cocina".

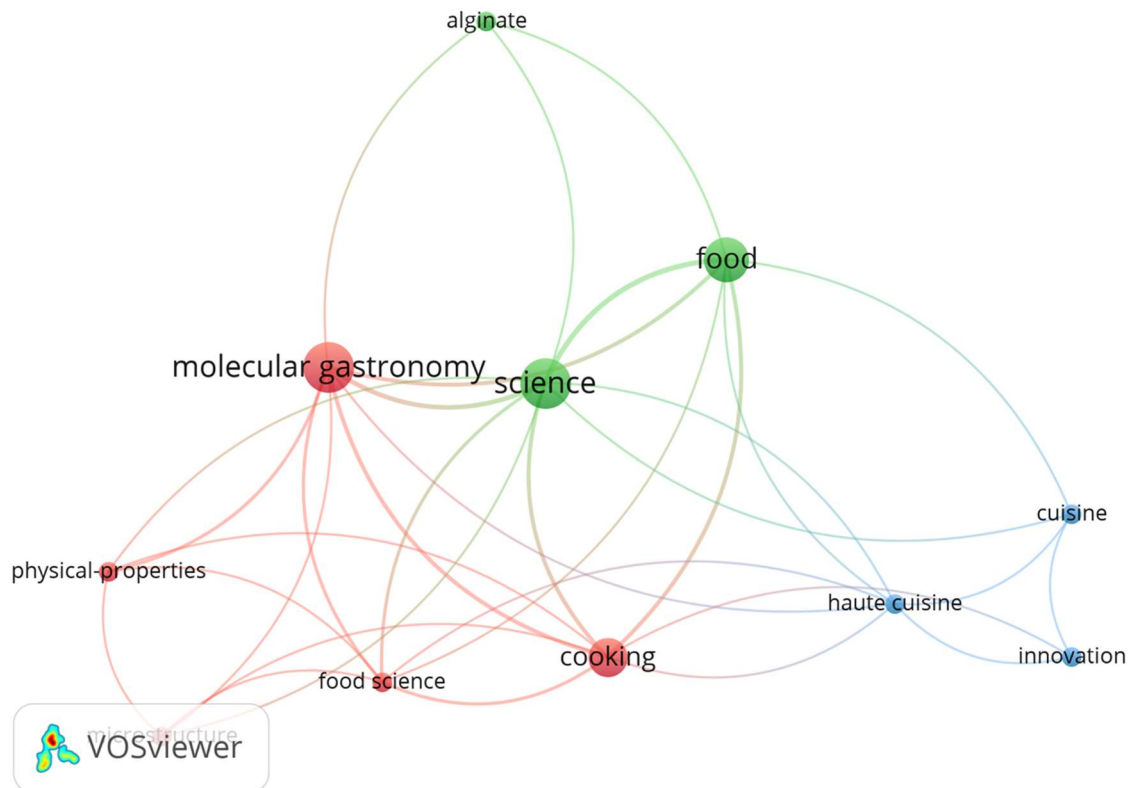


Figura 4 Co-ocurrencia de palabras clave

Nota: Elaboración a través de VOSviewer (mínimo de ocurrencias = 2)

Como se puede apreciar en la tabla 5, los autores, en la muestra de producción científica analizada, han coincidido en que la gastronomía molecular es una disciplina científica que explora las transformaciones culinarias, los fenómenos gastronómicos y los componentes físicos y químicos de los alimentos en la cocina. Algunos especifican la utilización de alimentos y técnicas que producen extractos, dializados y concentrados para crear comidas (Slavin, 1999).

Cabe destacar, que algunos autores no se han limitado a considerar la gastronomía molecular con el acto de cocinar, sino que integran al concepto los fenómenos relacionados con el acto de comer, incluyendo los aspectos sensoriales asociados con la preparación y el consumo de los alimentos (This H. , 2003), (This H. , 2019), (Piggott, 2006), (Van der Linden et al. , 2008).

Los autores en la muestra, coinciden en su definición y origen. Sin embargo, se pueden identificar algunas diferencias en cuanto a la aplicación y objetivos de la disciplina. Por ejemplo, algunos autores la definen como una nueva tendencia culinaria (arte) (Vega & Ubbink, 2008) o de alta cocina (Spence



& Youssef, 2018), mientras que otros la ven como una forma de preparación de alimentos que utiliza herramientas, ingredientes y métodos (ciencia) (This H. , 2009) (Perkel, 2012).

Algunos autores, al conceptualizar, se enfocaron en la química y la física detrás de la preparación de cualquier alimento (Cousins et al. , 2010) (Yek & Struwe, 2008) (Van der Linden et al. , 2008) (McCormick & Prokes, 2009), mientras que otros destacaron la importancia de la disciplina para la elaboración de piezas de arte culinarias (D'Angelo et al., 2016). Algunos autores se centraron en el estudio de la historia y el cultivo de los alimentos (Barham et al., 2010), mientras que otros se enfocaron en la encapsulación de sabores mediante el uso controlado de químicos como aditivos en los líquidos y alimentos (Spjelkavik et al., 2014).

El 21.21%, de los artículos en la muestra (siete de ellos), son estudios empíricos y el 78.79% restante (26) son ensayos científicos o revisiones de literatura. Por lo que se entiende que la comunidad siga discutiendo los alcances del término “Gastronomía molecular”. Sin embargo, bajo el título de este término se manifiestan algunos resultados importantes en este campo:

1. Se han identificado los genes TR1 y TR2, que parecen codificar receptores gustativos, debido a su similitud con otros tipos de genes sensoriales. Estos genes permiten a los humanos saborear los alimentos, ya que interactúan con los receptores de las neuronas sensoriales de la lengua, generando señales eléctricas que se traducen en actividad cerebral (Slavin, 1999).
2. El aceite de oliva extra virgen (AOEV) exhibe fuertes propiedades antioxidantes y afecta el sabor general de los alimentos cocinados. Durante la cocción, ocurren fenómenos físicos y químicos que implican cambios en las cualidades sensoriales y nutricionales de algunos alimentos tradicionales mediterráneos. Además, las interacciones moleculares entre los compuestos fenólicos de AOEV y otros compuestos en diferentes sistemas de alimentos cocinados aumentan el efecto saludable y protector de algunos alimentos cocinados (Sacchi et al., 2014).
3. Se ha desarrollado un nuevo método utilizando hidrocoloides para preparar esferas bien formadas de marcos metálicos-orgánicos (MOF). Las partículas microcristalinas de “CPO-27-Ni” se dispersan en soluciones de alginato o quitosano, que se añaden gota a gota a soluciones que contienen cationes divalentes del grupo 2 o base que actúan como agentes gelificantes (Spjelkavik et al., 2014). Esta técnica tiene varias ventajas, como la posibilidad de controlar el tamaño y la forma de las esferas, así como la capacidad de encapsular los organometálicos en su interior. Es importante aclarar que la preparación de esferas de alginato con organometálicos no se enfoca en aplicaciones comestibles, sino que está más enfocada



en la síntesis de materiales porosos y en la encapsulación de compuestos para su uso en catálisis, separación, absorción, entre otros. Aunque la alginato es un polisacárido comestible utilizado en la industria alimentaria para espesar, gelificar y estabilizar alimentos, la síntesis de materiales porosos utilizando alginato como matriz para la encapsulación de compuestos no necesariamente está destinada a aplicaciones en alimentos o productos comestibles.

4. La adaptación de los métodos de impresión 3D al proceso de esferificación utilizado en la gastronomía molecular podría permitir el diseño de nuevas experiencias alimentarias y la adaptación personalizada del sabor y la geometría. Además, el uso de la impresión 3D puede permitir nuevas capacidades artísticas en la cocina y extender los principios de personalización al sector culinario industrial (D'Angelo et al., 2016). El uso de la impresión 3D en la gastronomía molecular es un tema emergente en la investigación en alimentos y tecnología alimentaria. La impresión 3D ofrece la posibilidad de crear formas y estructuras alimentarias personalizadas y precisas a través del diseño asistido por ordenador (CAD), lo que permitiría una mayor versatilidad y creatividad en la presentación de alimentos (Ross et al., 2021).
5. La gastronomía molecular es una disciplina poco conocida entre la población, lo que no influye en la elección de un restaurante o en la decisión de consumo de platos, independientemente de si ofrecen o no este tipo de comida (Akyurek & Kizilcik, 2019) (The Guardian, 2006)
6. La gastronomía molecular proporciona motivación para la química redox, ya que la oxidación por O₂ es una de las principales causas de deterioro de los alimentos. La química redox es una rama de la química que se enfoca en las reacciones de oxidación y reducción, en las que los átomos pierden o ganan electrones. Estas reacciones se utilizan para manipular las propiedades físicas y químicas de los alimentos (O'Hara, 2019).
7. Los alimentos sintéticos, llamados "nota por nota", son alimentos que se han obtenido utilizando compuestos puros, procesados y combinados por el cocinero para crear todos los aspectos de los alimentos (Caporaso & Formisano, 2016). La creación de alimentos sintéticos "nota por nota" en la gastronomía molecular ofrece varias ventajas, incluyendo la reducción del desperdicio de alimentos y la capacidad de crear alimentos personalizados y saludables a través de la extracción, destilación, fermentación, síntesis química, combustión y emulsificación. A medida que esta técnica continúa desarrollándose, es posible que veamos una mayor adopción en la industria alimentaria para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de los alimentos ofrecidos a los consumidores (Ayala-Bribiesca & Osorio, 2021).



Tabla 5 Conceptos y autores

Autor	Concepto de Cocina Molecular
Slavin, HC	Uso de alimentos y técnicas que producen extractos, dializados y concentrados para crear comidas delicadas e intrigantes. Además, con base en esta disciplina los científicos físicos, químicos y biológicos utilizan principios, conceptos, hechos y tecnología para determinar los componentes de los sólidos, líquidos y gases.
This, H	Esta disciplina es una rama particular de la ciencia de los alimentos; dedicada a las transformaciones culinarias y a los fenómenos gastronómicos en general. Explora los cambios de los ingredientes crudos a comer en el plato final, así como las definiciones (modelos) y las precisiones culinarias (colección, pruebas, análisis); se centra en los mecanismos con la esperanza de hacer descubrimientos (y no inventos, en cuanto a la tecnología). Considera fenómenos relacionados con el acto de comer, y no solo con el de cocinar, sino que integra el arte y los aspectos sociales de la cocina.
Piggott, J	La ciencia (física, química y biología) para disfrutar de la comida.
Yek, GS and Struwe, K (2008)	Disciplina científica para investigar las transformaciones culinarias, específicamente la química y la física detrás de la preparación de alimentos.
Vega, C and Ubbink, J (2008)	Una moda alimentaria o ciencia que apoya la cocina innovadora.
van der Linden, E; McClements, DJ and Ubbink, J (2008)	Una rama de la ciencia que estudia las transformaciones fisicoquímicas de los materiales comestibles durante la cocción y los fenómenos sensoriales asociados con su consumo.
McCormick, C and Prokes, S (2009)	La química y la física detrás de la preparación de cualquier plato (alimento).
Barham, P; Skibsted, LH; (...); Mortensen, LM (2010)	Disciplina que estudia las investigaciones de la historia y el cultivo de los alimentos.
de Solier, I (2010)	Disciplina que fue inventada por científicos para aplicar la física y la química a los restaurantes y a la cocina casera
Cousins, J; O'Gorman, K and Stierand, M (2010)	Química y física detrás de la preparación de cualquier plato
Perkel, JM (2012)	La gastronomía molecular analiza los mecanismos que subyacen a ciertos fenómenos de la cocina.
Roosth, S (2013)	Un movimiento de alimentos cuyos profesionales, los químicos que estudian la comida y los chefs que aplican sus resultados, definen como la aplicación del método científico y los aparatos de laboratorio para seguir cocinando.



Autor	Concepto de Cocina Molecular
Spjelkavik, AI; Aarti; (...); Blom, R (2014)	Disciplina que brinda nuevos métodos de encapsulamiento de sabores mediante el uso controlado de químicos como aditivos en los líquidos y aimentos.
Brenner, MP and Sorensen, PM (2015)	Conjunto de Procesos biofisicos
Caporaso, N and Formisano, D (2016)	Es una disciplina científica que se centra en la preparación de alimentos. Disciplina que investiga las transformaciones físicas y químicas de los ingredientes que se producen en la cocina, especialmente en la alteración de las texturas de los alimentos, la elaboración de piezas de arte comestibles y la generación de formas innovadoras de experimentar sabores.
D'Angelo, G; Hansen, HN and Hart, AJ (2016)	La gastronomía molecular es la innovación culinaria o la alquimia moderna. Conjunto de procesos químicos y físicos que están presentes en todos los alimentos y bebidas que son consumidos a diario.
Akyurek, S and Kizilcik, O (2019)	La gastronomía molecular se ha elegido para mostrar conceptos que van de la mano con procesos químicos, ya que se basan en procedimientos relacionados con el laboratorio y utilizan solo unos pocos ingredientes, incluido un aditivo.
O'Hara, PB (2019)	La gastronomía molecular es una disciplina científica que estudia los fenómenos que se producen durante la preparación de platos en cocinas domésticas y de restaurantes.
Gomes, LR; Simoes, CD and Silva, C (2020)	
Donati, D (2020)	

Discusión

El presente estudio ha permitido a los investigadores obtener información para comprensión más completa del estado actual del conocimiento sobre la gastronomía molecular. Se logra identificar la tendencia conceptual y los hallazgos encontrados en la materia pudiendo identificar lagunas y áreas en las que se necesita más investigación.

Como cualquier estudio sistemático de literatura, se le recomienda al lector ser prudente, dado que es posible que la cantidad de la literatura disponible es dinámica y puede variar ampliamente, lo que puede limitar la efectividad de este estudio. La selección de la literatura puede estar sujeta a sesgos por haber revisado solo artículos en la web of science bajo los criterios de búsqueda expuestos, lo que puede limitar la validez y la fiabilidad de los resultados.

Sin embargo, se logró identificar tendencias y temas emergentes en la influencia de los genes humanos en los sabores, química y física de los alimentos, así como desarrollos tecnológicos orientados a la impresión 3D y la generación de alimentos sintéticos en la técnica nota por nota



reflexionando la posibilidad del combate a la escases de alimento y reducción de basura contaminante. Esto puede ser útil para los investigadores que buscan nuevas áreas de investigación o para los responsables de la toma de decisiones en la industria, evitando duplicar esfuerzos en ciencia, tecnología y educación proporcionando una base sustantiva para investigación y desarrollo futuro.

Algunos autores han señalado que la gastronomía molecular es un campo interdisciplinario que abarca áreas como la química, la física, la biología y la ingeniería de alimentos (Cousins et al. , 2010) (Yek & Struwe, 2008) (Van der Linden et al. , 2008) (McCormick & Prokes, 2009), lo que puede dificultar la realización de un estudio sistemático de la literatura exhaustivo y completo. Lo que hace imperante enfatizar la necesidad de definir claramente los términos y conceptos clave en la gastronomía molecular para garantizar una selección adecuada de publicaciones relevantes y una interpretación precisa de los resultados.

En general, argumentar que la realización de estudios sistemáticos de la literatura en gastronomía molecular puede ser un desafío, pero es una herramienta importante para identificar patrones y tendencias emergentes en el campo, ya que, se necesita una discusión continua y una colaboración interdisciplinaria para garantizar una interpretación precisa de la evidencia disponible.

Conclusiones

De acuerdo con la revisión sistemática de literatura se puede observar que la gastronomía molecular es una disciplina científica que se dedica a estudiar las transformaciones culinarias de los ingredientes crudos hasta llegar al plato final, utilizando herramientas, ingredientes y métodos modernos. Aunque comparte algunas similitudes con la ciencia de los alimentos, se diferencia por su enfoque en la precisión culinaria, la aplicación de modelos y la búsqueda de descubrimientos científicos. Es una disciplina que combina la ciencia y el arte culinario, aportando un enfoque único y novedoso al mundo de la gastronomía.

Los avances en la investigación de la gastronomía molecular han llevado a importantes descubrimientos, como la identificación de genes del gusto y el desarrollo de nuevas técnicas de preparación de alimentos, como la técnica sous-vide (cocción al alto vacío con temperatura bajo control) (Caporaso & Formisano, 2016), esferificación con hidrocoloides (Spjelkavik et al., 2014), y la impresión 3D (D'Angelo et al., 2016). Además, la gastronomía molecular tiene el potencial de inspirar la innovación y la personalización en la industria alimentaria (Slavich et al., 2020), al tiempo que aumenta la comprensión de la química de los alimentos y las interacciones moleculares. A pesar de ser una disciplina poco conocida entre la población general, la gastronomía molecular puede



ofrecer soluciones para el deterioro de los alimentos y el desarrollo de alimentos sintéticos personalizados.

Cada uno de los procedimientos empíricos seguidos, en los artículos en la muestra, se diseñó para responder a preguntas específicas sobre los alimentos y para probar las hipótesis planteadas por los investigadores, algunas de ellas centradas en analizar las propiedades reológicas de los alimentos para determinar cómo se comportan cuando se les aplica una fuerza, mientras que otros procedimientos se enfocaron en analizar la cinética de las reacciones químicas que ocurren durante la cocción de los alimentos y finalmente algunos otros se enfocaron en el movimiento o tendencia y su influencia en la restauración y el desarrollo de nuevos proyectos, negocios y movimientos alrededor de esta disciplina. Además, se llevaron a cabo procedimientos para estudiar la emulsificación de lípidos y la formación de espumas en los alimentos y varios cambios físicos de los alimentos mediante el uso de químicos digeribles.

En la gastronomía molecular, los procedimientos experimentales han sido fundamentales para validar las hipótesis y tesis planteadas por los investigadores. Al utilizar técnicas y equipos como espectroscopía, cromatografía y microscopía, entre otros, se pueden obtener datos precisos y confiables sobre los procesos químicos y físicos que ocurren en los alimentos. Esto ha permitido descubrir nuevas técnicas culinarias y obtener información valiosa sobre el comportamiento de los alimentos a nivel molecular.

Siete de los 33 artículos sobre gastronomía molecular siguieron procedimientos experimentales para analizar diferentes aspectos de la química y la física de los alimentos, lo que permitió obtener nuevos conocimientos referentes a la preparación y consumo de alimentos.

A partir de los resultados presentados, se puede concluir que la gastronomía molecular es una disciplina científica con múltiples aplicaciones en el ámbito de la alimentación y la cocina. Sin embargo, también se ha identificado que hay áreas en las que se necesita más investigación empírica para entender mejor los fenómenos que se producen durante la transformación de los alimentos y su relación con la percepción sensorial y nutricional.

Por ejemplo, se han identificado genes que interactúan con los receptores del gusto, pero aún hay mucho por aprender acerca de cómo estos genes influyen en la percepción del sabor. Del mismo modo, aunque se ha demostrado que el aceite de oliva extra virgen tiene propiedades antioxidantes y afecta el sabor general de los alimentos cocinados, se necesitan más estudios para entender cómo estas propiedades varían según el tipo de alimento.



Así mismo, el desarrollo de nuevas técnicas, como la impresión 3D, la preparación de esferas con hidrocoloides y la técnica sous-vide, abre nuevas posibilidades en la cocina y en la industria alimentaria, pero se necesitan más estudios para determinar cómo estas técnicas afectan la calidad sensorial y nutricional de los alimentos.

Aunque la gastronomía molecular es una disciplina en constante evolución, se necesitan más estudios empíricos para entender mejor los fenómenos que se producen durante la transformación de los alimentos y cómo estos afectan la percepción sensorial y nutricional de los mismos. Estos estudios pueden ayudar a los chefs, a los científicos de alimentos y a los productores a desarrollar nuevos productos y técnicas culinarias que satisfagan las demandas de los consumidores y sean beneficiosos para la salud.

Referencias

- Akyurek, S., & Kizilcik, O. (2019). Determining tourists' propensity to consume innovative cuisine: the case of molecular cuisine. *Journal of Culinary Science & Technology*, 519-533. <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1492481>
- Ayala-Bribiesca, E., & Osorio, I. (2021). Note by Note Recipes for a Press Conference and Tasting Organized at ITHQ, 2012. En R. Burke, A. Kelly, C. Lavelle, H. This, & v. Kientza, Handbook of molecular gastronomy. Scientific foundations, educational practices and culinary applications (págs. 755-758). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9780429168703>
- Barham, P. (2021). Cryogenics in the kitchen. En R. Burke, A. Kelly, C. Lavelle, H. This, & v. Kientza, Handbook of Molecular Gastronomy Scientific Foundations, Educational Practices, and Culinary Applications (págs. 171-180). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9780429168703>
- Barham, P., Skibsted, L., Bredie, W., Frost, M., Moller, P., Risbo, J., . . . Mortensen, L. (2010). Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline. *Chemical Reviews*, 2313-2365. <https://doi.org/10.1021/cr900105w>
- Brenner, M., & Sorensen, P. (2015). Biophysics of Molecular Gastronomy. *Cell*, 5-8. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.002>
- Caporaso, N., & Formisano, D. (2016). Developments, applications, and trends of molecular gastronomy among food scientists and innovative chefs. *Food Reviews International*, 417-435. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1094818>
- Cassi, D. (2011). Science and cooking: the era of molecular cuisine. *EMBO Reports*, 191-196. <https://doi.org/10.1038/embor.2011.18>
- Cooper, H. (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. Russell Sage Foundation.
- Cousins, J., O'Gorman, K., & Stierand, M. (2010). Molecular gastronomy: cuisine innovation or modern day alchemy? *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 399-415. <https://doi.org/10.1108/09596111011035972>
- D'Angelo, G., Hansen, H., & Hart, A. (2016). Molecular Gastronomy Meets 3D Printing: Layered Construction via Reverse Spherification. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 152-159. <http://dx.doi.org/10.1089/3DP.2016.0024>
- De Solier, I. (2010). Liquid nitrogen pistachios: Molecular gastronomy, elBulli and foodies. *European Journal of Cultural Studies*, 155-170. <https://doi.org/10.1177/1367549409352275>
- Dickinson, E. (2020). Advances in food emulsions and foams: reflections on research in the



- neo-Pickering era. *Current Opinion in Food Science*, 33, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.009>
- Donati, D. (2020). Dispositions in the Kitchen: Towards a Metaphysical Model for Molecular Gastronomy. *Humana Mente - Journal of Philosophical Studies*, 21-35.
- Gomes, L., Simoes, C., & Silva, C. (2020). Demystifying thickener classes food additives through molecular gastronomy. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100262>
- McCormick, C., & Prokes, S. (2009). Molecular Gastronomy: Materials Science in the Kitchen. *Mrs Bulletin*, 802-803. <https://doi.org/10.1557/mrs2009.224>
- O'Hara, P. (2019). Making Science Palatable with Molecular Gastronomy. *Trends in Chemistry*, 144-145. <https://doi.org/10.1016/j.trechm.2019.02.001>
- Perkel, J. (2012). The new molecular gastronomy, or, a gustatory tour of network analysis. *Biotechniques*, 19-+. <https://doi.org/10.2144/000113886>
- Piggott, J. (2006). Molecular gastronomy: Exploring the science of flavor. *Nature*, 1051. <https://doi.org/10.1017/S1062798712000336>
- Rodrigues, L., Assunção Botelho, R. B., Cortez, V., de Lacerda de Oliveira, L., Resende R., F. R., & Dos Santos L., E. (2020). Chia (*Salvia hispanica* L.) Gel as Egg Replacer in Chocolate Cakes: Applicability and Microbial and Sensory Qualities After Storage. *Journal of culinary science and technology*, 18(1), 29-39. <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1502111>
- Roos, M., Burke, R., Kelly, A., (2021). 3D Printed of food. En R. Burke, A. Kelly, C. Lavelle & H. This, *Handbook of molecular gastronomy. Scientific foundations, educational practices and culinary applications* (págs. 605-618). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9780429168703>
- Roosth, S. (2013). Of Foams and Formalisms: Scientific Expertise and Craft Practice in Molecular Gastronomy. *American Anthropologist*, 4-16. <https://doi.org/10.1111/j.1548-1433.2012.01531.x>
- Sacchi, R., Paduano, A., Savarese, M., Vitaglione, P., Fogliano, V., Zappia, V., . . . DeññaRagione, F. (2014). Extra Virgin Olive Oil: From Composition to "Molecular Gastronomy". *Advances in Nutrition and Cancer*, 325-338. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38007-5_19
- Slavich, B., Svejenova, S., Opazo, M., & Patriotta, G. (2020). Politics of Meaning in Categorizing Innovation: How Chefs Advanced Molecular Gastronomy by Resisting the Label. *Organization Studies*, 267-290. <https://doi.org/10.1177/0170840619835268>
- Slavin, H. (1999). Toward 'molecular gastronomy,' or what's in a taste? *Journal of the American Dental Association*, 1497-1500. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1999.0065>
- Spence, C., & Youssef, J. (2018). Assessing the long-term impact of the molecular gastronomy movement on haute cuisine. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.10.001>
- Spjelkavik, A., Aarti, Divekar, S., Didriksen, T., & Blom, R. (2014). Forming MOFs into Spheres by Use of Molecular Gastronomy Methods. *Chemistry - A European Journal*, 8973-8978. <https://doi.org/10.1002/chem.201402464>
- The Guardian*. (10 de diciembre de 2006). (A. Ferran, H. Blumenthal, T. Keller, & H. McGee, Productores) Recuperado el mayo de 2023, de The observer food: <https://www.theguardian.com/uk/2006/dec/10/foodanddrink.obsfoodmonthly>
- This, H. (1995). Molecular Gastronomy. *Actulite Chimique*, 42-46.
- This, H. (1996). *Réalisation de la cuisine par induction magnétique et identification des paramètres physico-chimiques des phénomènes de la gastronomie*. Université Paris-Sud.
- This, H. (1999). Olive oil and molecular gastronomy. *Ocl - Oleagineux Corps Gras Lipides*, 95-99.
- This, H. (2002). Molecular Gastronomy. *Angewandte Chemie - International Edition*, 83-88.



- [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20020104\)41:1%3C83::AID-ANIE83%3E3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20020104)41:1%3C83::AID-ANIE83%3E3.0.CO;2-F)
- This, H. (2003). Molecular gastronomy. *Sciences del Aliments*, 187-198.
<https://doi.org/10.3166/sda.23.187-198>
- This, H. (2005). Modelling dishes and exploring culinary 'precisions': the two issues of molecular gastronomy. *British Journal of Nutrition*, S139-S146.
<https://doi.org/10.1038/nmat1303>
- This, H. (2005). Molecular gastronomy. *Nature Materials*, 5-7.
<https://doi.org/10.1079/BJN20041352>
- This, H. (2006). Food for tomorrow? How the scientific discipline of molecular gastronomy could change the way we eat. *EMBO Reports*, 1062-1066.
<https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400850>
- This, H. (2009). Molecular Gastronomy, a Scientific Look at Cooking. *Accounts of Chemical Research*, 575-583.
<https://doi.org/10.1021/ar8002078>
- This, H. (2013). Celebrate Chemistry. Recent Results of Molecular Gastronomy. *European review*, 158-174.
<https://doi.org/10.1017/S1062798712000336>
- This, H. (2019). The science of molecular gastronomy and the art of innovative cooking. *FEBS Letters*, 887-891.
<https://doi.org/10.1002/1873-3468.13373>
- This, H., & Kientza, v. (2021). Experimental flavour workshops. En R. Burke, A. Kelly, C. Lavelle, H. This, & v. Kientza, *Handbook of molecular gastronomy. Scientific foundations, educational practices and culinary applications* (págs. 635-642). Taylor & Francis.
<https://doi.org/10.1201/9780429168703>
- van der Linden, E., McClements, D., & Ubbink, J. (2008). Molecular gastronomy: A food fad or an interface for science-based cooking? *Food Biophysics*, 246-254.
<https://doi.org/10.1007/s11483-008-9082-7>
- Vega, C., & Ubbink, J. (2008). Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine? *trends in Food Science & Technology*, 372-382.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.006>
- Yek, G., & Struwe, K. (2008). Deconstructing molecular gastronomy. *Food Technology*, 34-+.