



Facultad de Estudios Superiores
IZTACALA

Complejidad textural: la percepción como determinante de la conducta de comer

Textural complexity: from perception to eating behavior

Erika Saenz-Pardo-Reyes¹, Antonio López-Espinoza²
y María del Rocío Padilla Galindo³

¹ Facultad de Medicina Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. Calle Dr. Humberto Torres Sanginés s/n, Centro cívico. C.P. 21000. Mexicali, Baja California. México.

² Red Internacional de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición (RIICAN)

³ Instituto de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición (IICAN). Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. Av. Enrique Arreola Silva 883, Col. Centro. C.P. 49000. Cd. Guzmán, Jalisco. México.

Recibido: 2022-05-06

Revisado: 2022-06-20

Aceptado: 2022-08-16

Autor de correspondencia: antonio.lopez@cusur.udg.mx (A. López Espinoza)

Financiamiento: Erika Saenz-Pardo-Reyes fue beneficiaria de una beca de doctorado por CONACyT (Reg. 293843).

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Resumen

Complejidad textural: la percepción como determinante de la conducta de comer. El presente trabajo expone una revisión narrativa del papel que desempeñan las propiedades sensoriales de la comida, específicamente la complejidad de la textura, sobre la conducta de comer y la ingesta hasta la saciación. Se destaca la importancia de la percepción para la adquisición del conocimiento de la textura y la complejidad de la comida, como el origen de las expectativas y el comportamiento alimentario. Posteriormente se presentan los argumentos que establecen que la complejidad de la textura de la comida es un elemento fundamental para la modificación de la conducta de comer y la respuesta de saciación. Finalmente, se exponen los posibles mecanismos de acción.

Palabras clave: complejidad de la comida; complejidad de la textura; comportamiento alimentario; saciación.

Abstract Textural complexity: from perception to eating behavior. This paper presents a narrative review of the role of sensory properties of food, specifically textural complexity, on eating behavior and intake to satiation. The importance of perception for the acquisition of knowledge of food texture and complexity is highlighted as the origin of eating expectations and behavior. Subsequently, arguments are presented establishing that the complexity of food texture is a fundamental element for the modification of eating behavior and satiation response. Finally, possible mechanisms of action are discussed.

Keywords: food complexity; textural complexity; eating behavior; satiation.

Introducción

Recientemente se ha mostrado un especial interés en la incorporación de la ciencia sensorial con la investigación del comportamiento alimentario y nutricional, esto con la finalidad de ampliar la comprensión de las propiedades sensoriales de los alimentos con las conductas alimentarias y el desarrollo de enfermedades crónicas como la obesidad. Los estudios e investigaciones realizados hasta el momento muestran que los atributos sensoriales de los alimentos son operativos antes, durante y después del consumo; y a su vez, de un episodio alimentario a otro. Esto es relevante dado que se ha observado que el aprendizaje adquirido mediante la caracterización sensorial de los alimentos, es decir, la percepción selectiva de la apariencia, el olor, el aroma, el sabor, la textura fundamentan las expectativas y guía el comportamiento alimentario de los individuos. (Bourne, 2004; de Graaf, 2012; Forde *et al.*, 2017; Forde *et al.*, 2013a, 2013b; Lease *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2016; McCrickerd & Forde, 2017; Schiffman & Kanuk, 2010; Sørensen *et al.*, 2003; Yeomans, 1998).

La textura de la comida es uno de los tres atributos principales que, junto con el sabor y la apariencia influyen sobre la conducta de comer y la saciación. La exposición habitual ante ciertas texturas alimentarias es condición necesaria y suficiente para que los individuos aumenten la frecuencia, duración y magnitud de la conducta alimentaria. Por ejemplo, la introducción tardía de texturas alimentarias duras puede promover la preferencia, selección y consumo de alimentos de texturas suaves o blandas, y conllevar a una aversión por los alimentos duros, problema actual

en población infantil (Capaldi, 1996; Coulthard *et al.*, 2009). Cabe señalar que los alimentos procesados se comen más rápido y en mayor cantidad por sus propiedades estructurales y reológicas, es decir, son de textura suave (Haber, Heaton, Murphy & Burroughs, 1977). Asimismo, se ha identificado que los niños que comen de modo rápido presentan una alta prevalencia de obesidad y tienden a evitar seleccionar comidas que requieran un mayor tiempo de masticación (Ford *et al.*, 2010; Salazar *et al.*, 2015).

Aunado a lo anterior, se ha evidenciado que los alimentos de consistencia líquida se consumen en mayor cantidad y en menor tiempo que los semisólidos y sólidos (Viskaal-van *et al.*, 2011; Zijlstra *et al.*, 2009) y que las bebidas con mayor viscosidad se consumen más lentamente (Mattes & Rothacker, 2001; Zijlstra *et al.*, 2008). Además, se ha evidenciado que, las comidas de texturas duras promueven una mayor saciedad dado que se comen más lentamente y requieren un mayor número de mordiscos y masticaciones para deglutir (Forde *et al.*, 2017; Forde *et al.*, 2013a, 2013b; Haber *et al.*, 1977; Mattes & Rothacker, 2001; Stubbs & Whybrow, 2004; Viskaal-Van Dongen *et al.*, 2011; Zijlstra *et al.*, 2008, 2009); lo que se ha asociado con el contenido nutricional y la expectativa de saciación (Mars *et al.*, 2009). Específicamente se ha demostrado que los alimentos percibidos como duros, masticables, espesos o cremosos contienen más cantidad de proteínas, carbohidratos y fibra (Viskaal-van Dongen *et al.*, 2011), y tienden a comerse más lentamente dado que generan una mayor expectativa de saciación, creencia difícil de modificar (Hogenkamp *et al.*, 2012; Yeomans *et al.*, 2014).

¿Qué es la complejidad de la textura de la comida?

La complejidad sensorial de la comida como concepto se ha operacionalizado con base al número de componentes presentes en un estímulo alimentario y las sensaciones percibidas por el comensal; sin embargo, no siempre existe coherencia entre estos elementos, lo que dificulta su cuantificación o medición (Bitnes *et al.*, 2009; Marcano *et al.*, 2015; Mielby *et al.*, 2013). Se ha estudiado la complejidad del sabor (Bitnes *et al.*, 2009; Bolhuis *et al.*, 2012), el aroma (Ruijschop *et al.*, 2010), la textura (Larsen *et al.*, 2016a, Marcano *et al.*, 2015; Saenz-Pardo-Reyes, 2021) y la apariencia visual (Marcano *et al.*, 2015; Mielby *et al.*, 2013) de la comida. El principal hallazgo de estas investigaciones ha sido que la complejidad de la comida puede ser un factor elemental para modificar la conducta de comer, la ingesta y la respuesta de saciación y saciedad, aunado a la expectativa de estas.

Por otro lado, el término de textura alimentaria, se utiliza cuando se pretende destacar la sensación que nos produce la estructura o disposición de los componentes de los alimentos (Rosenthal, 2001; Vincent, 2004; Vincent & Elices, 2004). Las conceptualizaciones de *textura de los alimentos* más citadas son la de Szczesniak (1963) y la de la norma internacional ISO-5492 (2008); la primera como “conjunto de propiedades físicas que dependen de la estructura tanto macroscópica como microscópica del alimento y que puede ser percibida por medio de receptores táctiles de la piel y los músculos bucales, así como también a través de los receptores químicos del gusto y los receptores de la vista” (Espinosa, 2007, p.7); y la segunda como “todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos” (Rosenthal, 2001, p.1).

Ahora bien, los primeros en investigar el papel de la complejidad de la textura de la comida fueron Marcano *et al.* (2015), quienes la caracterizaron por medio de análisis instrumental y sensorial, asimismo, comprobaron que cuanto más compleja es la textura, mayor será la expectativa de saciación. Pero, quienes introdujeron el término de complejidad textural (*textural complexity*, en inglés) fueron Larsen *et al.* (2016a), conceptualizándolo como “el número total de descriptores

de textura únicos percibidos por los consumidores, con una tendencia creciente de complejidad textural” (p.1544). Este grupo de investigadores desarrollaron un modelo alimento, un gel, en el cual se realizaron inclusiones con diversas semillas para crear tres diferentes niveles de complejidad estructural y textural, así mismo, fueron comparables en densidad energética, tamaño y dimensiones, y se clasificaron como: (a) baja, (b) media y (c) alta complejidad. Posteriormente, estos modelos fueron analizados sensorialmente para comprobar si, el número de texturas presentes en el gel coincidían con el número de texturas percibidas por los participantes. Concluyendo que los atributos de textura son mayormente percibidos en las muestras de alta complejidad; y planteando como posible explicación qué, a mayor complejidad de la textura de la comida, los individuos requieren más tiempo para identificar y percibir todas las texturas presentes antes de deglutirlas. Además, los resultados mostraron que las diferentes texturas se percibieron con mayor intensidad al comer el modelo de alta complejidad y los autores sugirieron que incluso puede que no se distingan en absoluto en el modelo de baja complejidad. También, argumentaron que el tiempo de procesamiento oral de los alimentos no forma parte de esta explicación dado que los modelos de comida fueron elaborados con el mismo tamaño y dimensiones.

Con base en los estudios previamente mencionados se infiere qué, se puede aumentar la complejidad de la comida con base en el número de estímulos sensoriales presentes y percibidos en un platillo. Hipótesis comprobada en el estudio realizado por Saenz-Pardo-Reyes (2021), en el que se elaboraron dos rollos de sándwich con diferentes niveles de complejidad textural, categorizados como alta y baja, pero iguales en contenido de energía, carbohidratos, proteínas, lípidos, fibra, aunado a idénticas dimensiones, tamaño, aspecto visual y aceptabilidad sensorial. En este estudio se logró aumentar la complejidad de la textura de la comida agregando un mayor número de ingredientes con diferentes texturas y se verificó por medio de caracterización sensorial. Este resultado favorable promovió la realización de experimentos posteriores para analizar el efecto de la textura de la comida sobre la conducta de comer y la saciación.

La sensación y percepción de la comida, el origen del comportamiento alimentario

La sensación es considerada como el conocimiento primario del ser humano con el ambiente que lo rodea por medio de las experiencias cualitativas inmediatas y directas con los objetos o los eventos; es decir, la respuesta de los órganos de los sentidos humanos ante un estímulo. Por ejemplo, la sensación de dureza en los dientes, lengua y paladar al comer una zanahoria o el calor al comer una sopa de pollo. Estas sensaciones son experimentadas por medio de los órganos de los sentidos, tales como la visión, el gusto, el olfato, el químico/nervio trigémino, el tacto y el oído; asimismo, solo son directamente accesibles al sujeto cognoscente y quedan impresas en la memoria de los sentidos. Posterior a la sensación, se lleva a cabo el proceso de percepción, en el que el sujeto se percata o se da cuenta de sus experiencias sensoriales y por consiguiente a nivel cognitivo se produce una representación de estas. Es decir, el sujeto cognoscente organiza, interpreta, analiza e integra la información de la respuesta de los órganos de los sentidos a los estímulos ambientales, traduciéndose en una representación cognitiva de esta interacción. Es decir, los procesos perceptuales no son registros directos de los objetos y eventos, son procesos de construcción de conocimiento vinculados a la cognición. Por tanto, la sensación y la percepción promueven el proceso de aprendizaje a través del cual se adquiere o modifica el conocimiento y la conducta en el sujeto cognoscente (Coren, Ward & Enns, 2001; Matlin & Foley, 1996; Ribes-Iñesta, 2007; Schiffman, 2006; Schunk, 1997; Vilatuña et al., 2012).

En cuanto a la percepción de la comida, antes de realizar el primer bocado, los sentidos de la vista, el olfato y el tacto perciben las propiedades sensoriales de la comida, es decir, la vista percibe la apariencia, mientras que el olfato percibe el olor y el tacto percibe la textura del alimento. En conjunto con una expectativa generada por el aprendizaje de experiencias previas, la comida crea una impresión inicial de su calidad en base al tamaño, forma, color, brillo y limpidez por medio del sentido de la visión. Posteriormente, la textura de la comida es percibida por la manipulación táctil de los alimentos, ya sea de modo directo con los dedos o indirecto con los cubiertos. Después del bocado y durante el proceso de masticación, se percibe la

textura gracias al sentido del tacto por medio de los dientes, la lengua y el paladar, y del oído a través de la emisión de los sonidos percibidos; al mismo tiempo que los sentidos del olfato, el gusto y el químico/nervio trigémino perciben el sabor del alimento (Heath & Prinz, 2001; Kilcast, 2001; Rosenthal, 2001).

También, es importante mencionar la interacción entre las modalidades sensoriales, por ejemplo, la apariencia y el sonido interactúan junto con la textura, la textura junto con el sabor y la apariencia, y la apariencia en conjunto con el color influyen sobre el aroma, por ejemplo, entre más intenso sea el color, mayor será la percepción de la intensidad del aroma. Asimismo, se ha observado que la viscosidad de los alimentos influye sobre la percepción del sabor. Además, los alimentos que son crujientes producen sonidos que influyen sobre la percepción de la textura y se generan procesos de discriminación en base a los sonidos percibidos (Kilcast, 2001). Si bien, la naturaleza compleja de la percepción dificulta la caracterización sensorial de la comida, este es el único método que nos permite identificar como son percibidos los alimentos por los seres humanos.

La evidencia empírica sustenta el hecho de que los consumidores adquieren conocimiento sobre la textura con base en la percepción y experiencias con la comida; el cuál, guía las expectativas y el comportamiento alimentario de los individuos. La investigación realizada por Szczesniak y Kahn (1971) mostró que el conocimiento de las propiedades de la textura alimentaria se dan por sentado; pero, si las expectativas sobre la textura no son cubiertas, los conocimientos adquiridos sobre la calidad y los defectos de ésta se acentúan, generando críticas y rechazo por parte de los consumidores. Por su parte, Anzaldúa-Morales y Vernon (1984) reportaron que los consumidores mexicanos de ambos sexos, con diversos estratos de edad y escolaridad se percatan de la textura de los alimentos al señalar un gran número de términos de textura para describir sus comidas. Finalmente, la evidencia empírica sustenta las hipótesis del aprendizaje de *textura-nutriente*, *textura-conducta de comer* y *textura-saciación*, dado que la percepción de atributos específicos como la dureza, la crujidez, la viscosidad y la cremosidad son considerados indicadores de la calidad, contenido nutricional, modo de comer, efectos

post-ingestivos y expectativas de saciación y saciedad de la comida (Capaldi, 1996; Coulthard *et al.*, 2009; Guinard & Mazzucchelli, 1996; Hogenkamp *et al.*, 2012; Kilcast, 2001; Kilcast & Lewis, 1990; Mars *et al.*, 2009; Stribitcaia *et al.*, 2020; Viskaal-van Dongen *et al.*, 2011; Yeomans *et al.*, 2014).

¿Qué es la conducta de comer y la saciación?

En los estudios con una perspectiva sensorial o nutricional, la conducta de comer ha sido operacionalizada por medio del microanálisis, entendiéndose que inicia con el primer bocado y termina con la última deglución; registrándose la frecuencia y duración de tres eventos puntuales, morder, masticar y deglutir, y como único evento continuo, el tiempo de exposición o procesamiento oral de la comida. Estas mediciones permiten realizar cálculos como la tasa de consumo alimentario o velocidad de comer, dividiendo los gramos o calorías consumidas entre el tiempo total de exposición oral registrado; el tamaño del bocado en gramos, dividiendo el tiempo total de exposición oral sobre el número de bocados; el tiempo de exposición oral por bocado y el número de masticaciones por gramo. Estos elementos permiten realizar un análisis detallado sobre la conducta de comer de los individuos (Fogel *et al.* 2017a, 2017b; Forde *et al.*, 2017; Lausberg & Sloetjes, 2015; McCrickerd & Forde, 2017).

Desde la perspectiva de la psicología, se han propuesto dimensiones específicas para el análisis de la conducta de comer, que son, frecuencia, duración, latencia, magnitud y topografía. Describiendo la frecuencia como el número de veces que se emite la conducta; la duración como el tiempo total en el que se emitió la conducta; la latencia como el tiempo en que tarda en iniciar la conducta; la magnitud como la fuerza de la conducta; y la topografía como la forma de la conducta (Martínez *et al.*, 2018). Es importante señalar que, la duración de la conducta de comer es equivalente al tiempo del procesamiento o exposición oral de los alimentos registrada en el microanálisis. También, se puede considerar la magnitud semejante a la tasa de consumo alimentario o velocidad de comer (Saenz-Pardo-Reyes, 2021); dado que, una tasa puede ser definida como una “medida del cambio que expresa una cantidad y por cada unidad de otra cantidad x , de la cual, y es dependiente (Elandt-Johnson, 1997,

p.475)”, es decir, gramos o calorías consumidas por minuto, describiendo el evento de la conducta de comer como función continua (Fogel *et al.*, 2017a, 2017b; Forde *et al.*, 2017; Lausberg & Sloetjes, 2015; McCrickerd & Forde, 2017). Análogamente, se puede categorizar en cinco formas, “muy lenta”, “relativamente lenta”, “mediana”, “relativamente rápida” y “rápida” (Otsuka *et al.*, 2006) o simplemente como “rápida”, “mediana” y “lenta” tasa de consumo alimentaria (Tanihara *et al.*, 2011).

Mientras que, la conducta de comer es un evento continuo que inicia con el primer bocado (Fogel *et al.* 2017a, 2017b; Forde *et al.*, 2017; Lausberg & Sloetjes, 2015; Martínez *et al.*, 2018; McCrickerd & Forde, 2017), la saciación es considerada como el proceso que conduce a la terminación de la conducta de comer o que pone fin a un episodio alimentario, conocido como “saciedad intra-comida” y medido por el tamaño de la comida en base a la cantidad de gramos o calorías ingeridas (Blundell *et al.*, 2010, p. 52). En consecuencia, la saciación se mide experimentalmente por medio de una comida *ad libitum* en la que se registra el peso de los alimentos comidos y se puede calcular la ingesta energética. Además, es elemental controlar o analizar las condiciones o metodología en las que se midió, dado que factores como las propiedades sensoriales de los alimentos, la palatabilidad, la densidad energética, la composición de macronutrientes y los factores ambientales o contextuales tienen un efecto sobre la respuesta de saciación (Blundell *et al.*, 2010; Forde, 2018a, 2018b; García-Flores *et al.*, 2017).

Efectos de la complejidad de la textura de la comida sobre la conducta de comer y la saciación

Primero es relevante mencionar que, la textura de los alimentos contribuye a la saciación por medio del tiempo de procesamiento oral que transforma una estructura alimenticia inicial a un bolo que se puede deglutir; esto incluye el movimiento de la mandíbula y la lengua, la actividad muscular, y el tiempo. Por consiguiente, los alimentos que requieren una mayor transformación de su estructura para ser deglutidos demandan un mayor tiempo de procesamiento oral y se asocian con un incremento de la saciación. Sin embargo, aún no están establecidos los mecanismos

fisiológicos de cada factor y su relación con la percepción sensorial de la saciación (Campbell *et al.*, 2016).

En cuanto a la complejidad de la textura, los resultados de los estudios publicados por Larsen *et al.* (2016b) y Tang *et al.* (2016) con modelos de comida, demostraron que al aumentar el número de texturas se promueve una mayor estimulación sensorial de cada bocado y se reduce la ingesta a corto plazo, desencadenada por una respuesta de saciación temprana. De modo similar, en el estudio realizado por Saenz-Pardo-Reyes (2021) se evidenció por primera vez que una comida percibida sensorialmente con un mayor número de texturas estimula una conducta de comer caracterizada por una menor tasa de consumo alimentario o velocidad al comer más lenta, un mayor número de bocados y una menor ingesta de comida y energía; aunado a una mayor saciación. Aparte, se identificó que los hombres realizan un menor número de masticaciones, comen más rápido y en mayor cantidad que las mujeres; y se confirmó la relación entre la tasa de consumo alimentario e ingesta energética, es decir, a mayor tasa de consumo alimentario, mayor ingesta energética. Además, es pertinente mencionar que este efecto se presentó tanto en personas con normopeso como en personas con sobrepeso u obesidad.

En cuanto al posible mecanismo de acción, los resultados y revisiones realizadas hasta el momento por expertos en la textura alimentaria proponen que el componente principal para explicar este fenómeno es el tiempo de procesamiento oral de los alimentos, dado que, a mayor tiempo de procesamiento oral de los alimentos, menor tasa de consumo alimentario e ingesta. Puesto que la masticación facilita la detección de los atributos de textura por medio del contacto con los receptores en la cavidad oral. Conjuntamente, se ha especificado que los atributos de la dureza y la viscosidad prologan el tiempo de procesamiento oral de la comida (Bolhuis *et al.*, 2011, 2013a, 2013b; Campbell *et al.*, 2016; de Graaf, 2012; Forde *et al.*, 2013a, 2013b; James, 2018; Koc *et al.*, 2013; Larsen *et al.*, 2016a, Spiegel, 1993; Weijzen *et al.*, 2008; Weijzen *et al.*, 2008). Planteando que el tiempo procesamiento oral de los alimentos conlleva a la formación de una representación cognitiva de la textura del alimento en el sujeto cognoscente. Un proceso complejo, dado que cuando el sujeto está realizando todas las actividades de

masticación con los dientes, la mandíbula y la lengua para deglutir los alimentos, se están detectando al mismo tiempo múltiples señales fisiológicas y bioquímicas. No obstante, la investigación sobre este mecanismo de acción ha sido de poco interés y no se ha determinado el “cómo” los atributos de la textura influyen en los patrones específicos del procesamiento oral y sus representaciones cognitivas (Koc *et al.*, 2013). En este sentido, es un desafío vincular la percepción sensorial de la textura con el procesamiento oral de los alimentos y la saciación dado que la masticación, la salivación y la estimulación del sistema somatosensorial interactúan de formas complejas (Campbell *et al.*, 2016).

No obstante, en los estudios realizados por Larsen *et al.*, (2016b), Saenz-Pardo-Reyes (2021) y Tang *et al.*, (2016) se demostró que la complejidad de la textura de la comida tiene un efecto directo sobre la conducta de comer y la saciación, independientemente del tiempo de procesamiento oral de los alimentos; dado que, en sus experimentos controlaron este factor por medio del tamaño y dimensiones de la comida. Acorde, con los resultados de publicaciones anteriores en las que se concluyó que el tamaño de la comida influye sobre el tiempo de estimulación oro-sensorial y la ingesta (Bolhuis *et al.*, 2011, 2013a, 2013b; Spiegel, 1993; Weijzen *et al.*, 2008; Weijzen *et al.*, 2009). Finalmente, estos autores argumentaron que la percepción de intensidad de la textura puede ser el elemento clave; entre más texturas están presentes en una comida, estas se perciben con mayor intensidad y se mejora la estimulación de los receptores oro-sensoriales que posteriormente conducen a la fatiga sensorial, acelerando el proceso de saciación (Larsen *et al.*, 2016b; Saenz-Pardo-Reyes, 2021; Tang *et al.*, 2016). Este mecanismo también ha sido propuesto en estudios sobre la complejidad del sabor y el aroma de la comida (Bolhuis *et al.*, 2012; Ruijschop *et al.*, 2010).

Si bien, la conducta de comer ha sido considerada hasta el momento como un rasgo hereditario (Llewellyn *et al.*, 2008) consistente entre los individuos (McCrickerd & Forde, 2017) que es mediada por elementos biológicos como la tasa metabólica basal, la masa libre de grasa (Henry *et al.*, 2018), la masa músculo esquelética, el IMC (Fogel *et al.*, 2017b; Otsuka *et al.*, 2006; Sasaki *et al.*, 2003; Tanihara *et al.*, 2011) y el

sexo (Drabman *et al.*, 1977; Otsuka *et al.*, 2006; Henry *et al.*, 2018). Los hallazgos analizados en esta revisión demuestran que independientemente de los factores genéticos y biológicos, la conducta de comer se puede modificar por medio de las propiedades sensoriales de los alimentos (Forde, 2018; McCrickerd & Forde, 2017), como el atributo de la textura (Campbell *et al.*, 2016; de Graaf, 2012; James, 2018) y la complejidad de está (Larsen *et al.*, 2016a, 2016b; Marcano *et al.*, 2015; Saenz-Pardo-Reyes, 2021; Tang *et al.*, 2016). Sin duda, esto demuestra que los factores conductuales son elementos esenciales para comprender este tipo de fenómenos; particularmente, se infiere que el nivel de la complejidad de la textura de la comida es un componente que modula directamente la interacción entre la conducta de comer, la ingesta y la saciación (Larsen *et al.*, 2016a, 2016b; Saenz-Pardo-Reyes, 2021; Tang *et al.*, 2016).

Referencias

- Anzaldúa-Morales, A., & Vernon, E.J (1984). Design of standard scales for some textural properties of Mexican foodstuffs. *Advances of Rheology*, 4, 132.
- Bitnes, J., Ueland, Ø., Møller, P., & Martens, M. (2009). Reliability of sensory assessors: issues of complexity. *Journal of Sensory Studies*, 24, 25-40. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2008.00193.x>
- Blundell, J., de Graaf, C., Hulshof, T., Jebb, S., Livingstone, B., Lluch, A., Mela, D., Salah, S., Schuring, E., van der Knaap, H., & Westterterp, M. (2010). Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods. *Obesity reviews*, 11, 251-270. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2010.00714.x>
- Bolhuis, D.P., Lakemond, C.M., de Wijk, R.A., Luning, P.A., & de Graaf, C. (2011). Both longer oral sensory exposure to and higher intensity of saltiness decrease ad libitum food in-take in healthy normal-weight men. *Journal of Nutrition*, 141, 2242-8. <https://doi.org/10.3945/jn.111.143867>
- Bolhuis, D.P., Lakemond, C.M., de Wijk, R.A., Luning, P.A., & de Graaf, C. (2012). Effect of salt intensity in soup on ad libitum intake and on subsequent food choice. *Appetite*, 58, 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.09.001>
- Bolhuis, D.P., Lakemond, C.M.M, de Wijk, R.A., Luning, P.A., & de Graaf, C. (2013a). Both a higher number of sips and longer oral transit time reduce ad libitum intake. *Food Quality and Preference*, 32, 234-240. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.11.015>
- Bolhuis, D.P., Lakemond, C.M.M., de Wijk, R.A., Luning, P.A., & de Graaf, C. (2013b) Consumption with Large Sip Sizes Increases Food Intake and Leads to Underestimation of the Amount Consumed. *PLoS ONE* 8(1): 53288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053288>
- Bourne, M. (2004). Relation between texture and mastication. *Journal of Texture Studies*, 35(2), 125-143. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2004.tb00829.x>
- Campbell, L.C., Wagoner, TyB., & Foegeding, A. (2016). Designing foods for satiety: the roles of food structure and oral processing in satiation and satiety. *Food structure*, 13, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2016.08.002>
- Capaldi, E. D. (1996). *Conditioned food preferences*. En E. D. Capaldi (Ed.), *Why we eat what we eat: The psychology of eating* (p. 53-80). American Psychological Association. <https://doi.org/doi:10.1037/10291-003>
- Coren, S., Ward, L.M., & Enns J.T. (2001). *Sensación y Percepción* (5.ª ed.). Mc-Graw Hill.
- Coulthard, H., Harris, G. , & Emmett, P. (2009). Delayed introduction of lumpy foods to children during the complementary feeding period affects child's food acceptance and feeding at 7 years of age. *Maternal & Child Nutrition*, 5, 75-85. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2008.00153>
- de Graaf, C. (2012). Texture and satiation: The role of oro-sensory exposure time. *Physiology & Behavior*, 107, 496-501. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.05.008>
- Drabman, R.S., Hammer, D., & Jarvie, G.J. (1977). Eating styles of obese and nonobese black and white children in a naturalistic setting. *Addictive Behaviors*, 2, 83-86. [https://doi.org/10.1016/0306-4603\(77\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0306-4603(77)90023-5)
- Elandt-Johnson, R. (1997). La definición de tasas. Algunas precisiones acerca de su correcta e incorrecta utilización. *Salud pública de México*, 39(5), 474-479. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6033>
- Espinosa, J. (2007). La textura y su relación con los sentidos. En J. Espinosa (Ed.), *Evaluación sensorial* (pp. 7-9). Editorial Universitaria. <https://s47003acacofif7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Fogel, A., Goh, A.T., Fries, L.R., Sadananthan, S.A., Velan, S.S., Michael, N., Tint, M.T., Fortier, M.V., Chan, M.J., Toh, J.Y., Chong, Y.S., Tan, K.H., Yap, F., Shek, L.P., Meaney, M.J., Broekman, B., Lee, Y.S., Godfrey, K.M., Chong, M., & Forde, C. G. (2017a). A description of an 'obesogenic' eating style that promotes higher

- energy intake and is associated with greater adiposity in 4.5-year-old children: Results from the GUSTO cohort. *Physiology & behavior*, 176, 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.02.013>
- Fogel, A., Goh, A. T., Fries, L. R., Sadanathan, S. A., Velan, S. S., Michael, N., Tint, M. T., Fortier, M. V., Chan, M. J., Toh, J. Y., Chong, Y. S., Tan, K. H., Yap, F., Shek, L. P., Meaney, M. J., Broekman, B., Lee, Y. S., Godfrey, K. M., Chong, M., & Forde, C.G. (2017b). Faster eating rates are associated with higher energy intakes during an ad libitum meal, higher BMI and greater adiposity among 4-5-year-old children: results from the Growing Up in Singapore Towards Healthy Outcomes (GUSTO) cohort. *The British journal of nutrition*, 117(7), 1042–1051. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000848>
- Ford, A. L., Bergh, C., Södersten, P., Sabin, M. A., Hollinghurst, S., Hunt, L. P., & Shield, J. P. (2010). Treatment of childhood obesity by retraining eating behaviour: randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 340, b5388. <https://doi.org/10.1136/bmj.b5388>
- Forde, C.G. (2018a). From perception to ingestion; the role of sensory properties in energy selection, eating behaviour and food intake. *Food Quality and Preference*, 66, 171-177. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.01.010>
- Forde, C.G. (2018b). Measuring Satiety and Satiety. En: Ares, G. y Varlea, P (Eds.), *Methods in consumer research, alternative approaches and special applications*, (Vol 2., pp. 152-176). <https://doi.org/10.1016/C2015-0-06109-3>
- Forde, C.G., Leong, C., Chia-Ming, E., & McCrickerd, K. (2017). Fast or slow-foods? Describing natural variations in oral processing characteristics across a wide range of Asian foods. *Food & Function*. <https://doi.org/10.1039/C6FO01286H>
- Forde, C.G., van Kuijk, N., Thaler, T., de Graaf, C., & Martin N. (2013a). Oral processing characteristics of solid savoury meal components, and relationship with food composition, sensory attributes and expected satiation. *Appetite* 60, 208-219. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.10.002>
- Forde, C.G., van Kuijk, N., Thaler, T., de Graaf, C., & Martin N. (2013b). Texture and savoury taste influences on food intake in a realistic hot lunch time meal. *Appetite*, 60, 180-6. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.10.002>
- García-Flores, C.L, Martínez, A.G., Beltrán, C.P., Zepeda-Salvador, A.P., & Solano, L.V. (2016). Saciación vs saciedad: reguladores del consumo alimentario. *Revista médica de Chile*, 145, 1172-1178. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872017000901172>
- Guinard, J-X., & Mazzucchelli, R. (1996). The sensory perception of texture and mouthfeel. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 213-219. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)10025-X](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)10025-X)
- Haber, G.B., Heaton, K.W., Murphy, D., & Burroughs, L.F. (1977). Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose, and serum-insulin. *Lancet (London, England)*, 2(8040), 679-682. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(77\)90494-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(77)90494-9)
- Heat, M.R., & Prinz, J. (2001). Procesado oral de los alimentos y la evaluación sensorial de la textura. En A.J Rosenthal (Ed.), *Textura de los alimentos, medida y percepción* (pp.19-28). Acibria.
- Henry, C.J., Ponnalagu, S., Bi, X., & Forde, C. (2018). Does basal metabolic rate drive eating rate?. *Physiology & Behavior*, 189, 74-77. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.03.013>
- Hogenkamp, P.S., Mars, M., Stafleu, A., & de Graaf C. (2012). Repeated consumption of a large volume of liquid and semi-solid foods increases ad libitum intake, but does not change expected satiety. *Appetite*, 59, 419-424. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.06.008>
- International Organization for Standardization. (2008, octubre). Sensory analysis: Vocabulary (ISO 5492). <https://www.iso.org/standard/38051.html>
- James, B. (2018). Oral processing and texture perception influences satiation. *Physiology & behavior*, 193(Pt B), 238-241. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.03.015>
- Kilcast, D. (2001). Técnicas sensoriales para el estudio de la textura de los alimentos. En A.J. Rosenthal (Ed.), *Textura de los alimentos, Medida y percepción* (pp.31-43). Acibria.
- Kilcast, D., & Lewis, D.F. (1990). Structure and texture - their importance in food quality. *Nutrition Bulletin*, 15, 103-113. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.1990.tb00073.x>
- Koç, H, Vinyard, C.J., Essick, G.K., & Foegeding, E.A. (2013). Food oral processing: conversion of food structure to textural perception. *Annual Review of Food Science of Technology*, 4, 237-266. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030212-182637>
- Larsen, D.S., Tang J., Ferguson L., Morgenstern M.P., & James B.J. (2016a). Textural complexity is a food property-shown using model foods. *International Journal of Food Properties*, 19, 1544-1555. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1027402>
- Larsen, D.S., Tang J., Ferguson L., Morgenstern M.P., & James B.J. (2016b). Increased textural complexity in food enhances satiation. *Appetite*, 105, 189-94. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.05.029>
- Lausberg, H., & Sloetjes H. (2016). The revised NEUROGES-ELAN system: an objective and reliable interdisciplinary analysis tool for nonverbal behavior and gesture. *Behavior Research Methods*, 48(3), 973-93. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0622-z>
- Lease, H., Hendrie, G.A., Poelman, A.A.M., Delahunty, C., & Cox, D.N. (2016). A sensory-diet database: a tool to

- characterise the sensory qualities of diets. *Food Quality and Preference*, 49, 20-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.11.010>
- Lee, S., Ko, B.-J., Gong, Y., Han, K., Lee, A., Han, B.-D., Yoon, Y.J., Park, S., Kim, J.H., & Mantzoros, C. (2016). Self-reported eating speed in relation to non-alcoholic fatty liver disease in adults. *European Journal of Nutrition*, 55(1), 327-333. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0851-z>
- Llewellyn, C.H., van Jaarsveld, C.H., Boniface, D., Carnell, S., & Wardle, J. (2008) Eating rate is a heritable phenotype related to weight in children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(6), 1560-1566. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26175>
- Marcano, J., Morales, D., Vélez-Ruiz, J.F., & Fiszman, S. (2015) Does food complexity have a role in eliciting expectations of satiating capacity? *Food Research International*, 75, 225-232. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.012>
- Mars, M., Hogenkamp, P.S., Gosses, A.M., Stafleu, A., & de Graaf C. (2009). Effect of viscosity on learned satiation. *Physiology & Behavior*, 98, 60-66. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.04.018>
- Martínez-Moreno, A.G., López-Espinoza A., & Aguilera-Cervantes, V.G. (2018). Observación y registro conductual de episodios de alimentación en humanos. Principios y procedimientos. En A. López-Espinoza, A.G. Martínez-Moreno & V.G. Aguilera-Cervantes (Eds.), *Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición. Reflexiones, alcances y retos* (pp. 165-199). Porrúa Print.
- Matlin, M.W., & Foley, H.J. (1996). *Sensación y Percepción* (3.ª ed.). Prentice Hall Hispanoamericana.
- Mattes, R.D., & Rothacker, D. (2001). Beverage viscosity is inversely related to postprandial hunger in humans. *Physiology and Behavior*, 74(4-5), 551-557. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00597-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00597-2)
- McCrickerd, K., & Forde, C.G. (2017). Consistency of Eating Rate, Oral Processing Behaviours and Energy Intake across Meals. *Nutrients*, 9(8), 891. <https://doi.org/10.3390/nu9080891>
- Mielby, L.H., Jensen, S., Edelenbos, M., & Thybo, A.K. (2013). An approach to Measuring Adolescents' Perception of Complexity for Pictures of Fruit and Vegetables Mixes. *Journal of Sensory Studies*, 28, p.6675. <https://doi.org/10.1111/joss.12024>
- Otsuka, R., Tamakoshi, K., Yatsuya, H., Murata, C., Sekiya, A., Wada, K., Zhang, H. M., Matsushita, K., Sugiura, K., Takefuji, S., OuYang, P., Nagasawa, N., Kondo, T., Sasaki, S., & Toyoshima, H. (2006). Eating fast leads to obesity: findings based on self-administered questionnaires among middle-aged Japanese men and women. *Journal of epidemiology*, 16(3), 117-124. <https://doi.org/10.2188/jea.16.117>
- Ribes-Iñesta, E. (2007). Lenguaje, aprendizaje y conocimiento. *Revista Mexicana de psicología*, 24(1), 7-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243020635002>
- Rosenthal, A. J. (2001). Relación entre medidas instrumentales y sensoriales de la textura de alimentos. En A.J Rosenthal (Ed.), *Textura de los alimentos, Medida y percepción* (pp.1-17). Acribia.
- Ruijschop, R.M., Boelrijk, A.E., Burgering, M.J., de Graaf, C., & Westerterp-Plantenga, M.S. (2010). Acute effects of complexity in aroma composition on satiation and food intake. *Chemical senses*, 3(2)5, 91-100. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjpo86>
- Saenz-Pardo-Reyes., E. (2021). Efecto de la complejidad de la textura de la comida sobre la conducta de comer y la ingesta hasta la saciación [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Guadalajara.
- Salazar Vázquez, B. Y., Salazar Vázquez, M. A., López Gutiérrez, G., Acosta Rosales, K., Cabrales, P., Vadillo-Ortega, F., Intaglietta, M., Pérez Tamayo, R., & Schmid-Schönbein, G. W. (2016). Control of overweight and obesity in childhood through education in meal time habits. The 'good manners for a healthy future' programme. *Pediatric obesity*, 11(6), 484-490. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12091>
- Sasaki, S., Katagiri, A., Tsuji, T., Shimoda, T., & Amano, K. (2003). Self-reported rate of eating correlates with body mass index in 18-y-old Japanese women. *International journal of obesity and related metabolic disorder: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 27(11), 1405-1410. <https://doi.org/doi:10.1038/sj.ijo.0802425>
- Schiffman, H.R. (2006). *La percepción sensorial*. Limusa Wiley. (Reimpreso de Sensation and Perception, por H.R Shiffman., 2000, Wiley & Sons)
- Schiffman L.G., & Kanuk L.L. (2010). *Comportamiento del consumidor*. (10.ª ed.). Pearson.
- Schunk, D.H. (1997). *Teorías del Aprendizaje*. Pearson Education. (Reimpreso de Learning theories and educational perspective, 2.ª ed., por K.M Davies, Ed., 1997, Pearson Education limited).
- Sørensen, L. B., Møller, P., Flint, A., Martens, M., & Raben, A. (2003). Effect of sensory perception of foods on appetite and food intake: a review of studies on humans. *International journal of obesity and related metabolic disorder: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 27(10), 1152-1166. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802391>
- Spiegel, T.A., Kaplan, J.M., Tomassini, A., & Stellar, E. (1993). Bite size, ingestion rate, and meal size in lean

- and obese women. *Appetite*, 21, 131-145. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(93\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0195-6663(93)90005-5).
- Stribiřcaia, E., Evans, C., Gibbons, C., Blundell, J., & Sarkar, A. (2020). Food texture influences on satiety: systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 10(1), 12929. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69504-y>
- Stubbs, R.J., & Whybrow, S. (2004). Energy density, diet composition and palatability: Influences on overall food energy intake in humans. *Physiology and Behavior*, 81(5), 755-764. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.04.027>.
- Szczesniak, A.S. (1963). Classification of textural characteristics^a. *Journal of Food Science*, 28, 385-389. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x>
- Szczesniak, A.S., & Kahn, E. (1971). Consumer awareness of and attitudes to food texture: I: Adults. *Journal of Texture Studies*, 2(3), 280-295. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1971.tb01005.x>
- Tang J., Larsen D.S., Ferguson L.R., & James B.J. (2016). The effect of textural complexity of solid foods on satiation. *Physiology & Behavior*, 163, 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.04.042>.
- Tanihara, S., Imatoh, T., Miyasaki, M., Babazono, A., Momose, Y., Baba, M., Uryu, Y., & Une, H. (2011). Retrospective longitudinal study on the relationship between 8-year weight change and current eating speed. *Appetite*, 57(1), 179-83. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.04.017>.
- Vilatuña, F., Guajala, D., Pulamarín, J.J., & Ortiz, W. (2012). Sensación y percepción en la construcción del conocimiento. *Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*, 13, 123-149. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441846102006>
- Vincent, J.F.V. (2004). Application of fracture mechanics to the texture of food. *Engineering Failure Analysis*, 11(5), 695-704. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2003.11.003>
- Vincent, J.F.V., & Elices M. (2004). La textura de los alimentos, un complemento al sabor. *Mètode*. <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/la-textura-de-los-alimentos-un-complemento-al-sabor.html>
- Viskaal-van Dongen, M., Kok, F.J., & de Graaf, C. (2011). Eating rate of commonly consumed foods promotes food and energy intake. *Appetite*, 56(1), 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2010.11.141>.
- Weijzen, P.L.G., Liem, D.G., Zandstra, E.H., & de Graaf, C. (2008). Sensory specific satiety and intake: the difference between nibble- and bar-size snacks. *Appetite*, 50, 435-42. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.008>.
- Weijzen, P. L.G., Smeets, P. A., & de Graaf, C. (2009). Sip size of orangeade: effects on intake and sensory-specific satiation. *The British journal of nutrition*, 102(7), 1091-1097. <https://doi.org/10.1017/S000711450932574X>
- Weijzen, P.L.G., Zandstra, E.H., & de Graaf, C. (2008). Effects of complexity and intensity on sensory specific satiety and food acceptance after repeated consumption. *Food Quality and Preference*, 19(4), 349-359. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.11.003>
- Yeomans, M. R. (1998). Taste, palatability and the control of appetite. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 57(4), 609-615. <https://doi.org/10.1079/pns19980089>
- Yeomans, M.R., McCrickerd, K., Brunstrom, J.M., & Chambers, L. (2014). Effects of repeated consumption on sensory-enhanced satiety. *British Journal of Nutrition*, 111, 1137-1144. <https://doi.org/10.1017/S0007114513003474>.
- Zijlstra, N., Mars, M., de Wijk, R.A., Westerterp-Plantenga, M.S., & de Graaf, C. (2008). The effect of viscosity on ad libitum food intake. *International Journal of Obesity*, 32, 676-83. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803776>.
- Zijlstra, N., de Wijk, R.A., Mars, M., Stafleu, A., & de Graaf, C. (2009). Effect of bite size and oral processing time of a semisolid food on satiation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(2), 269-275. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27694>