

# ¿Cómo son las imágenes para estudiar la asignatura de Neurofisiología?

**Martina Valencia Narbona**

Escuela de Kinesiología, Facultad de Ciencias,  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso  
[martina.valencia@pucv.cl](mailto:martina.valencia@pucv.cl)

## Resumen

Investigar sobre las imágenes de un libro de Neurociencia es esencial para aprovechar al máximo los recursos de aprendizaje y mejorar la comprensión y retención de los conceptos clave en la asignatura de Neurofisiología. Las imágenes son una parte fundamental de la educación en ciencias biológicas y médicas, y su análisis crítico puede ser beneficioso para los estudiantes que buscan tener un mejor dominio de esta disciplina. Es por ello, que para profundizar en este tema se analizó la calidad de las representaciones visuales utilizadas en un libro ampliamente usado para estudiar esta disciplina. Se llevó a cabo un análisis de las ilustraciones presentes en la sección titulada "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción". Se analizaron las dimensiones relacionada con la/las (i.) Función didáctica de la imagen en relación a la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración, (ii.) Funcionalidad de la imagen, (iii.) Categorías en la relación con el texto principal, (iv.) Categorías establecidas en las etiquetas verbales. Los resultados de este estudio muestran que: (i.) las funciones didácticas predominantes de las imágenes en función de la secuencia didáctica en la que aparecen fueron la definición (40%) y la aplicación (40%), seguidas por la interpretación (13,3%) y la descripción (6,6%). (ii.) La funcionalidad de las ilustraciones fue sintáctica (100%). (iii.) Con respecto a la categoría en relación con el texto, predominan las imágenes sinópticas (53,3%) y las denotativas (46,6%) y en relación a (iv.) la categoría de las etiquetas verbales que se presentan en las imágenes la mayoría se clasificaron como relacionales (93,3%) y sólo una como nominativa (6,6 %). Hacia el final del presente estudio se ofrece una actividad de aprendizaje en base a los hallazgos evidenciados.

**Palabras clave:** Imágenes, Neurofisiología, Sensación, Procesamiento sensorial, Función didáctica.

## Introducción

La educación en biología es un campo de estudio que se centra en la atención y la investigación de la enseñanza eficaz de las ciencias de la vida, que también se conoce como la didáctica de la biología (Cofré et al., 2021; Mc Comas 2018; Reiss & Kampourakis, 2018). Dentro de la enseñanza de la biología, las diferentes experiencias de vida llevan a muchos estudiantes de diferentes niveles a preguntarse cómo funciona su cuerpo y, lo que es más importante, qué decisiones tomar para mantener su salud. Por lo tanto, es crucial investigar formas de mejorar la alfabetización científica de los estudiantes en esta área. Sin embargo, la biología humana es uno de los temas menos estudiados por la didáctica de las ciencias.

Con relación a lo anterior, también se ha descrito ampliamente que la fisiología es una disciplina difícil de aprender, y específicamente, el estudio del sistema nervioso o de la

neurofisiología representa un gran desafío de aprendizaje, para los estudiantes universitarios de pregrado y de postgrado en distintos tipos de carreras y programas alrededor del mundo relacionados con la biología, con su enseñanza o con carreras asociadas a las ciencias de la salud, tales como medicina, enfermería, kinesiología, entre otras (Feder, 2005; Michael 2007; Michael et al., 2009; 2017; Michael & Farland 2011; Modell 2000; 2004; 2007). La dificultad para enseñar y aprender neurofisiología, puede generarse por varias razones, tales como la diversidad del nivel de conocimiento científico previo y las preconcepciones de los estudiantes, por cómo la disciplina es enseñada y por cómo los estudiantes abordan su aprendizaje (Michael 2007; Michael et al., 2017).

En este contexto, se encuentra descrito que uno de los pilares básicos sobre los que se sustenta la acción docente, es el libro de texto, constituyéndose en bastantes ocasiones como el referente exclusivo del saber científico (Perales & Jiménez, 2002). Del mismo modo, las imágenes que contienen estos libros son determinantes a la hora de la construcción mental realizada por parte de las y los estudiantes, contribuyendo a mejorar la comprensión del texto que complementan (Glenberg & Langston, 1992). Asimismo, se ha demostrado que cuando las ilustraciones son adecuadas, ayudan a comprender el texto, facilitando su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas. De hecho, algunos autores proponen que las ilustraciones facilitan el aprendizaje aportando un contexto en el que se organiza la información contenida en el texto (Glenberg & Langston, 1992).

Dentro de las principales funciones de las ilustraciones, encontramos decorar los libros, para hacerlos más atractivos y despertar el interés de los lectores, describir fenómenos basándose en la capacidad humana de procesar la información visual, estimular la aparición de modelos mentales y explicar las situaciones y fenómenos descritos, a través de la transformación de las ideas, con la intención de evidenciar relaciones no evidentes por sí mismas, a fin de facilitar su comprensión por parte del lector (Duchastel, 1981; Feschotte & Moles, 1991; Larkin & Simon, 1987; Stone & Golk, 1981). Sin embargo, se ha observado que los estudiantes tienen dificultad para comprender las ilustraciones complejas si no se les ayuda a la hora de leerlas y por lo mismo, es frecuente que los lectores observen superficialmente las ilustraciones sin esperar de ellas información relevante (Perales 2008; Perales & Jiménez, 2002). Es por esto, que se considera relevante, que por una parte, las ilustraciones contenidas en los libros de enseñanza de las ciencias sean idóneas y que por otra parte, los estudiantes sean instruidos para poder analizarlas sin dificultades (Perales 2008; Perales & Jiménez, 2002).

Con respecto al análisis de las ilustraciones contenidas en los libros de texto de ciencias experimentales, Perales & Jiménez (2002) elaboraron una taxonomía que incluyó variables que describían aspectos formales de las ilustraciones y la función que estas desempeñaban en el texto, estableciendo categorías de análisis entre las cuales encontramos, funcionalidad de la imagen, categorías establecidas en función al texto principal, y categorías establecidas en las etiquetas verbales que posee la imagen.

Por otro lado, para la enseñanza de la neurofisiología a nivel universitario, se utiliza predominantemente el libro “Neurociencia” de Purves et al., (2004), convirtiéndose en el “libro de cabecera” de la asignatura (Provine 1988; Purves et al., 2011; Purves & Yegappan,

2017). Es por esta razón, en conjunto con lo declarado anteriormente, que se consideró muy relevante realizar un análisis de las imágenes del capítulo “Sensación y Procesamiento sensorial” de éste libro, utilizando algunas categorías predominantes de Perales & Jiménez (2002), a modo de obtener una aproximación a responder ¿cuáles son las principales características de las ilustraciones que presenta éste capítulo? y de esta manera, discutir si sus características son adecuadas para promover o no el aprendizaje de los y las estudiantes de neurofisiología de nivel terciario.

### Metodología

En la asignatura de Neurociencia, la comprensión del sistema somatosensorial, que abarca el tacto y la propiocepción, es fundamental para entender cómo percibimos y procesamos información sensorial proveniente de nuestro entorno y de nuestro propio cuerpo (Michael & McFarland, 2011; Purves et al., 2004). Uno de los recursos académicos utilizados para estudiar este tema es el libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004), específicamente en la sección titulada "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción" de la unidad II, denominada "Sensación y Procesamiento sensorial". Para profundizar en este tema y examinar la calidad de las representaciones visuales utilizadas en el libro, se ha llevado a cabo un análisis utilizando los aspectos relevantes de Perales & Jiménez (2002), en específico las dimensiones relacionada con la/las (i.) **Función didáctica de la imagen en relación a la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración** (las ilustraciones se clasificaron en: evocación, definición, aplicación, descripción, interpretación, problematización); (ii.) **Funcionalidad de la imagen** (las ilustraciones se clasificaron en inoperantes, operativas elementales y sintácticas); (iii.) **Categorías en la relación con el texto principal** (las ilustraciones se clasificaron en: connotativa, denotativa y sinópticas); (iv.) **Categorías establecidas en las etiquetas verbales** (las ilustraciones se clasificaron en: sin etiquetas, nominativas y relacionales).

De este modo, en este análisis, se ha evaluado la funcionalidad de las imágenes en la sección "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción" del libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004) en relación con su capacidad para cumplir con los objetivos educativos y de comunicación. Algunas consideraciones e interrogantes claves que nos formulamos en esta categoría incluyen:

- a) **Ilustración de conceptos clave:** Las imágenes deben ilustrar de manera efectiva los conceptos fundamentales relacionados con el sistema somatosensorial. ¿Las imágenes proporcionan una representación visual clara de los mecanismos sensoriales y las vías neuronales involucradas en el tacto y la propiocepción?. **Apoyo a la enseñanza:** Las imágenes deben servir como herramientas pedagógicas para facilitar la comprensión y el aprendizaje. ¿Las imágenes ayudan a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los procesos somatosensoriales?. **Aplicación práctica:** Las imágenes deben tener aplicaciones prácticas, como ayudar a los estudiantes a comprender la relevancia clínica de los conceptos somatosensoriales. ¿Las imágenes relacionan los conceptos con situaciones prácticas o ejemplos clínicos?
- b) **Secuencia didáctica en la que aparecen las imágenes:** La secuencia en la que se presentan las imágenes en el libro es crucial para la comprensión y retención de la

información. ¿Las imágenes se presentan en un orden lógico y secuencial que sigue la progresión natural de los conceptos somatosensoriales?; ¿Se utilizan de manera efectiva para construir una narrativa visual coherente que siga el flujo de la enseñanza en la sección?.

- c) **Función con el texto principal:** Las imágenes deben complementar y enriquecer el contenido textual, proporcionando una dimensión visual que mejora la comprensión. ¿Las imágenes se integran de manera armoniosa con el texto principal?, ¿Ayudan a aclarar o ejemplificar conceptos que de otro modo podrían ser difíciles de entender solo con el texto?.
- d) **Etiquetas verbales:** Las etiquetas verbales desempeñan un papel importante al proporcionar información adicional sobre elementos específicos dentro de las imágenes. ¿Las imágenes están acompañadas de etiquetas verbales claras y precisas que identifican estructuras, procesos o conceptos relevantes?, ¿Estas etiquetas se explican en el texto principal para garantizar una comprensión completa?

### 1. Análisis de la función didáctica de las imágenes en función de la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración.

Este análisis se realizó según la siguiente tabla (tabla 1) extraída desde Perales & Jiménez (2002).

**Tabla 1.** Categorías establecidas en función de la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración, extraída desde Perales & Jiménez (2002).

Nombre	Descripción
Evocación	Se hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana o concepto que se supone conocido por alumno. Ejemplo. “sobre el hielo es muy difícil caminar...”.
Definición	Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico. Ejemplo: “cuando la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, éste se mantiene en equilibrio, lo que no quiere decir que esté en reposo”.
Aplicación	Es un ejemplo que extiende o consolida una definición. Ejemplo: “cuando arrastramos una silla, estamos ejerciendo fuerza”.
Descripción	Se refiere a hechos o sucesos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario. También se incluyen en esta categoría conceptos necesarios para el discurso principal pero que no pertenecen al núcleo conceptual. Ejemplo: “cuando un conductor aprecia un obstáculo sobre la carretera, no puede detener su vehículo de forma instantánea ... distinguimos entre el tiempo de reacción y el tiempo de frenado”.
Interpretación	Son pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales. Ejemplo: “en la mayor parte del camino, la velocidad se mantiene constante, por lo que la fuerza relevante es cero”.
Problematización	Se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Su finalidad es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que posteriormente justifican una interpretación o un nuevo enfoque. La importancia de este tipo de actividad ha sido destacada por Ogborn (1996) en los que se llama <i>creación de diferencias</i> entre el pensamiento de los alumnos y las ideas que se quieren introducir.

## 2. Análisis de la funcionalidad de las imágenes

Este análisis se realizó según la siguiente tabla (tabla 2) extraída desde Perales & Jiménez (2002).

**Tabla 2.** Categorías establecidas respecto a la funcionalidad de las ilustraciones (Fuente: Extraído de Perales & Jiménez, 2002).

Nombre	Descripción
Inoperantes	No aportan ningún elemento utilizable, sólo cabe observarlas.
Operativas elementales	Contienen elementos de representación universales: croquis, cotas, etc.
Sintácticas	Contienen elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas: vectores, circuitos eléctricos, etc.

## 3. Análisis de la categoría en función con el texto principal

Este análisis se realizó según la siguiente tabla (tabla 3) extraída desde Perales & Jiménez (2002).

**Tabla 3.** Categorías establecidas en la relación con el texto principal (Fuente: Extraído de Perales & Jiménez, 2002).

Nombre	Descripción
Connotativa	El texto describe los contenidos sin mencionar su correspondencia con los elementos incluidos en la ilustración. Estas relaciones se suponen obvias y las establece el propio lector.
Denotativa	El texto establece la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados. Ejemplo: “La figura x muestra un dinamómetro.
Sinóptica	El texto describe la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados y establece además las condiciones en las cuales las relaciones entre los elementos incluidos en la ilustración representan las relaciones entre los contenidos, de modo que la imagen y el texto forman una unidad indivisible.

## Análisis de la categoría establecidas en las etiquetas verbales

Este análisis se realizó según la siguiente tabla (tabla 4) extraída desde Perales & Jiménez (2002).

**Tabla 4.** Categorías establecidas en las etiquetas verbales. (Fuente: Extraído de Perales & Jiménez, 2002).

Nombre	Descripción
Sin etiquetas	La ilustración no contiene ningún texto.
Nominativas	Letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración.
Relacionales	Textos que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración. Un ejemplo se encontraría en el dibujo de la página anterior.

Los análisis de frecuencia de las distintas categorías de las ilustraciones fueron realizados con el software Graph pad Prisma, versión 8.

## Resultados

A continuación se presenta el análisis realizado a cada una de las imágenes que contiene la sección titulada “Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción” de la unidad II del libro “Neurociencia” de Purves et al., (2004), denominada “Sensación y Procesamiento sensorial”, según la taxonomía de Perales & Jiménez (2002).

Con respecto a las funciones didácticas predominantes de las imágenes en función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones en este contexto de estudio, fueron la definición (n=6; 40%) y la aplicación (n=6; 40%), seguidas por la interpretación (n=2; 13,3%) y la descripción (n=1; 6,6%). Mientras que ninguna imagen se clasificó para la función de evocación ni problematización, como se puede apreciar a continuación en la figura 1. La secuencia en la que se presentan las imágenes en el libro es crucial para la comprensión y retención de la información. Se pudo identificar que las imágenes se presentan en un orden lógico y secuencial que sigue la progresión natural de los conceptos somatosensoriales y que se utilizan de manera efectiva para construir una narrativa visual coherente que siga el flujo de la enseñanza en la sección. Sin embargo, se observó que ninguna de ellas se clasificó en la función de evocación ni problematización, de lo cual se puede inferir que las imágenes no presentan muchas aplicaciones prácticas, como para ayudar a los estudiantes a comprender la relevancia clínica de los conceptos somatosensoriales. En este contexto, las imágenes relacionan los conceptos con situaciones prácticas o ejemplos clínicos.

Con relación a la funcionalidad de las ilustraciones predominante en este contexto de estudio fue imágenes sintácticas (n=15; 100%). No se clasificaron imágenes como inoperantes ni operativas elementales, como se puede apreciar en la figura 2. No obstante, en su totalidad, contienen elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas de la neurofisiología (sintácticas). Las imágenes ilustran de manera efectiva los conceptos fundamentales relacionados con el sistema somatosensorial y proporcionan una representación visual clara de los mecanismos sensoriales y las vías neuronales involucradas en el tacto y la propiocepción.

### Funciones didácticas predominantes de las imágenes en función de la secuencia didáctica

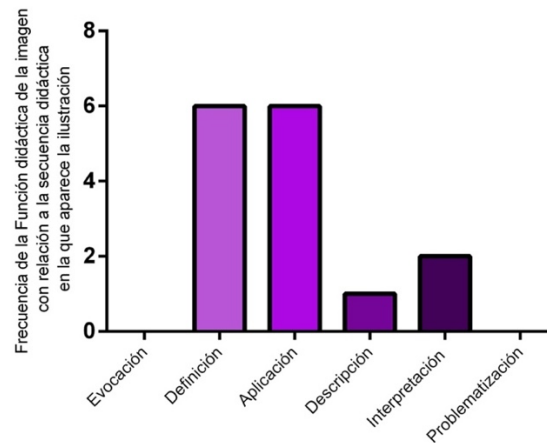


Figura 1: El gráfico de barra muestra la frecuencia de la Función didáctica de la imagen con relación a la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración para el total de imágenes analizadas (15) de la sección titulada "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción", de la unidad II denominada "Sensación y Procesamiento sensorial" del libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004). Como puede apreciarse, la clasificación de evocación obtuvo una frecuencia de 0, la clasificación de definición obtuvo una frecuencia de 6, la clasificación de aplicación obtuvo una frecuencia de 6, la clasificación de descripción obtuvo una frecuencia de 1, la clasificación de interpretación obtuvo una frecuencia de 2 y la clasificación de problematicación obtuvo una frecuencia de 0. Fuente: elaboración propia.

### Funcionalidad de las ilustraciones

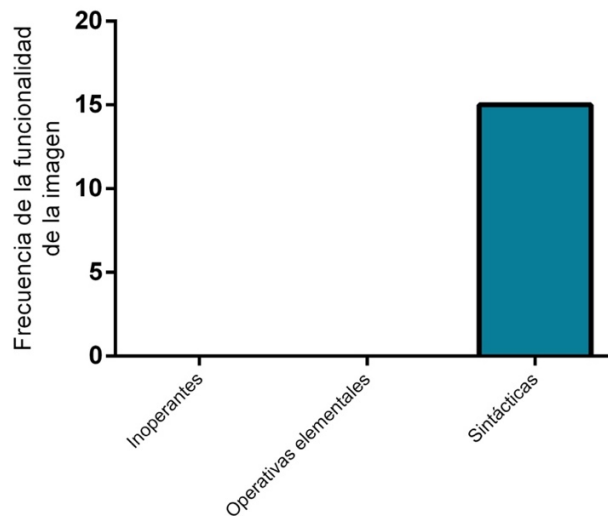


Figura 2: El gráfico de barra muestra la frecuencia de la funcionalidad de la imagen para el total de imágenes analizadas (15) de la sección titulada "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción", de la unidad II denominada "Sensación y Procesamiento sensorial" del libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004). Como se puede apreciar la frecuencia de imágenes inoperantes fue 0, la frecuencia de imágenes operativas elementales fue 0, mientras que la frecuencia de imágenes sintácticas fue 15. Fuente: elaboración propia.

- a. Con respecto a las categorías en relación con el texto principal, no se clasificó ninguna imagen como connotativa. Mientras que, el 53,3% (n=8) de las ilustraciones se clasificaron como sinópticas y el 46,6% (n=7) como denotativas, tal como se puede apreciar a continuación en la figura 3. Las imágenes analizadas complementan y enriquecen el contenido textual, proporcionando una dimensión visual que mejora la comprensión. Además, las imágenes se integran de manera armoniosa con el texto principal y ayudan a aclarar o ejemplificar conceptos que de otro modo podrían ser difíciles de entender solo con el texto. Considerando la clasificación de Perales & Jiménez (2002), el texto describe la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados, de modo que la imagen y el texto forman una unidad indivisible.

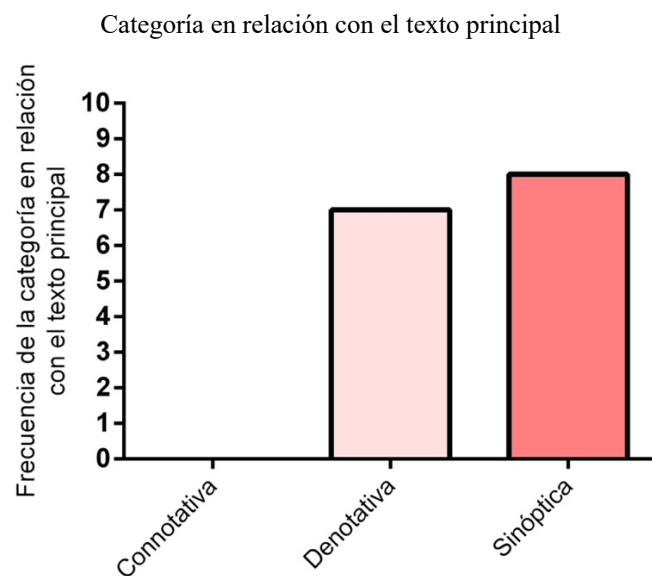


Figura 3: El gráfico de barra muestra la frecuencia de la categoría en relación con el texto principal para el total de imágenes analizadas (15) de la sección titulada "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción", de la unidad II denominada "Sensación y Procesamiento sensorial" del libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004). Como puede apreciarse la frecuencia de imágenes connotativas fue 0, la frecuencia de imágenes denotativas fue 7, mientras que la frecuencia de imágenes sinópticas fue 8. Fuente: elaboración propia.

Por último, con relación a la categoría de las etiquetas verbales presentadas en las ilustraciones, cabe destacar que ninguna de ellas no presentó etiqueta verbal, y que el 93,3% (n= 14) se clasificaron como relacionales, y el 6,6% (n= 1) fueron clasificadas como nominativas, tal como puede apreciarse a continuación en la figura 4. A partir de lo anterior, es posible declarar que las etiquetas verbales utilizadas en las presentes imágenes desempeñan un papel importante al proporcionar información adicional sobre elementos específicos dentro de las imágenes. De este modo, las imágenes están acompañadas de etiquetas verbales claras y precisas que identifican estructuras, procesos o conceptos relevantes, configurándose como textos que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración. De hecho, estas etiquetas verbales permiten el entendimiento de las ilustraciones y proporcionan información de gran utilidad para llevar a cabo su interpretación.



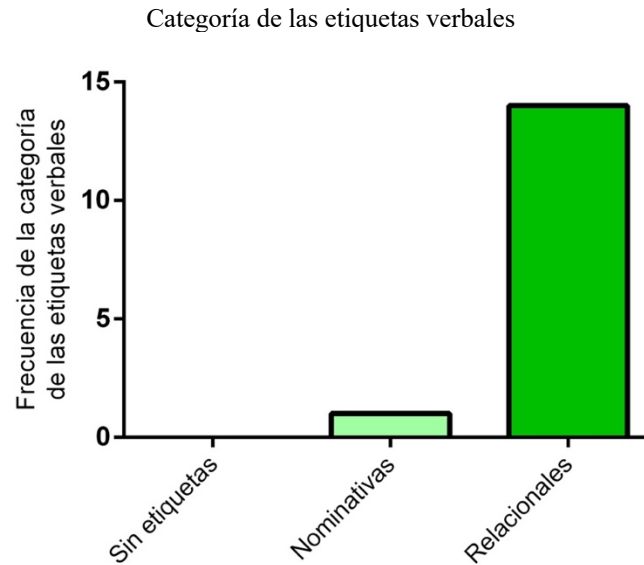


Figura 4: El gráfico de barra muestra la frecuencia de la categoría de las etiquetas verbales para el total de imágenes analizadas (15) de la sección titulada "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción", de la unidad II denominada "Sensación y Procesamiento sensorial" del libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004). Como puede apreciarse la frecuencia de imágenes sin etiquetas verbales fue 0, la frecuencia de imágenes con etiquetas verbales nominativas fue 1, mientras que la frecuencia de imágenes con etiquetas verbales relacionales fue 14. Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones:

Los principales resultados de este estudio muestran que: (i.) las funciones didácticas predominantes de las imágenes en función de la secuencia didáctica en la que aparecen fueron la definición (40%) y la aplicación (40%), seguidas por la interpretación (13,3%) y la descripción (6,6%). (ii.) La funcionalidad de las ilustraciones fue sintáctica (100%). (iii.) Con respecto a la categoría en relación con el texto, predominan las imágenes sinópticas (53,3%) y las denotativas (46,6%) y en relación a (iv.) la categoría de las etiquetas verbales que se presentan en las imágenes la mayoría se clasificaron como relacionales (93,3%) y sólo una como nominativa (6,6 %). En este análisis, se ha evaluado la funcionalidad de las imágenes en la sección "Sistema somatosensorial, tacto y propiocepción" del libro "Neurociencia" de Purves et al. (2004) en relación con su capacidad para cumplir con los objetivos educativos y de comunicación. En este contexto, es posible señalar que las imágenes ilustran de manera efectiva los conceptos fundamentales relacionados con el sistema somatosensorial. Las imágenes proporcionan una representación visual clara de los mecanismos sensoriales y las vías neuronales involucradas en el tacto y la propiocepción. Otorgan apoyo a la enseñanza, pues las ilustraciones sirven como herramientas pedagógicas para facilitar la comprensión y el aprendizaje, ayudando a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los procesos somatosensoriales. La secuencia en la que se presentan las imágenes en el libro es en un orden lógico y secuencial que sigue la progresión natural de los conceptos somatosensoriales y se utilizan de manera efectiva para construir una narrativa visual coherente que siga el flujo de la enseñanza en la sección. Además, las imágenes complementan y enriquecen el contenido textual, proporcionando una dimensión visual que mejora la comprensión, se integran de manera armoniosa con el texto principal y ayudan a aclarar o ejemplificar

conceptos que de otro modo podrían ser difíciles de entender solo con el texto. Finalmente, las etiquetas verbales desempeñan un papel importante al proporcionar información adicional sobre elementos específicos dentro de las imágenes. Las imágenes están acompañadas de etiquetas verbales claras y precisas, aunque bastante extensas, que identifican estructuras, procesos o conceptos relevantes.

## Bibliografía

Cofre, H., Vergara, C. & Sportorno, A. (Eds.). (2021). Enseñar evolución y genética para la alfabetización científica [Teaching Evolution and Genetics for Scientific Literacy]. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Chile.

Feder, M. (2005) Aims of undergraduate physiology education: a view from the University of Chicago. *Adv Physiol Educ* 29:3-10

Feschotte, D. y Moles, A. (1991). Cómo se lee una representación gráfica compleja, en Costa, J. y Moles, A. (eds.). *Imagen Didáctica. Enciclopedia del Diseño*, pp. 87- 120. Barcelona: Ceac.

Duchastel, P. (1981). Illustrations in texts: a retentional role. *Programmed Learning and Educational Technology*, 18, pp. 11-15.

Glenberg, A. y Langston, W. (1992). Comprehension of illustrated texts: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory & Language*, 31(2), pp. 129-151.

Larkin, J. y Simon, H. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, pp. 65-99.

McComas, W. (2018). The Nature of science & the next generation of biology education. *The American Biology Teacher*, 77(7), 485–491.

Michael, J., Cliff, W., McFarland, J., Modell, H., Wright, A. (2017). What does it mean to “Unpack” a core concept? In: *The Core Concepts of Physiology*. Springer; 2017, 37-44.

Michael, J. (2007) What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey. *Adv Physiol Educ* 31:34-40

Michael, J., Modell, H., McFarland, J., Cliff, W. (2009) The "core principles" of physiology: what should students understand? *Adv Physiol Educ* 33:10-16

Michael, J., McFarland, J. (2011) The core principles ("big ideas") of physiology: results of faculty surveys. *Adv Physiol Educ* 35:336-341

Modell, H. (2000) How to help students understand physiology? Emphasize general models. *Adv Physiol Educ* 23:101-107

Modell, T., Modell, H. (2004) Strategies for promoting meaningful learning in physiology. *FASEB J* 18:300.4

Modell, H. (2007) Helping students make sense of physiological mechanisms: the "view from the inside.". *Adv Physiol Educ* 31:186-192

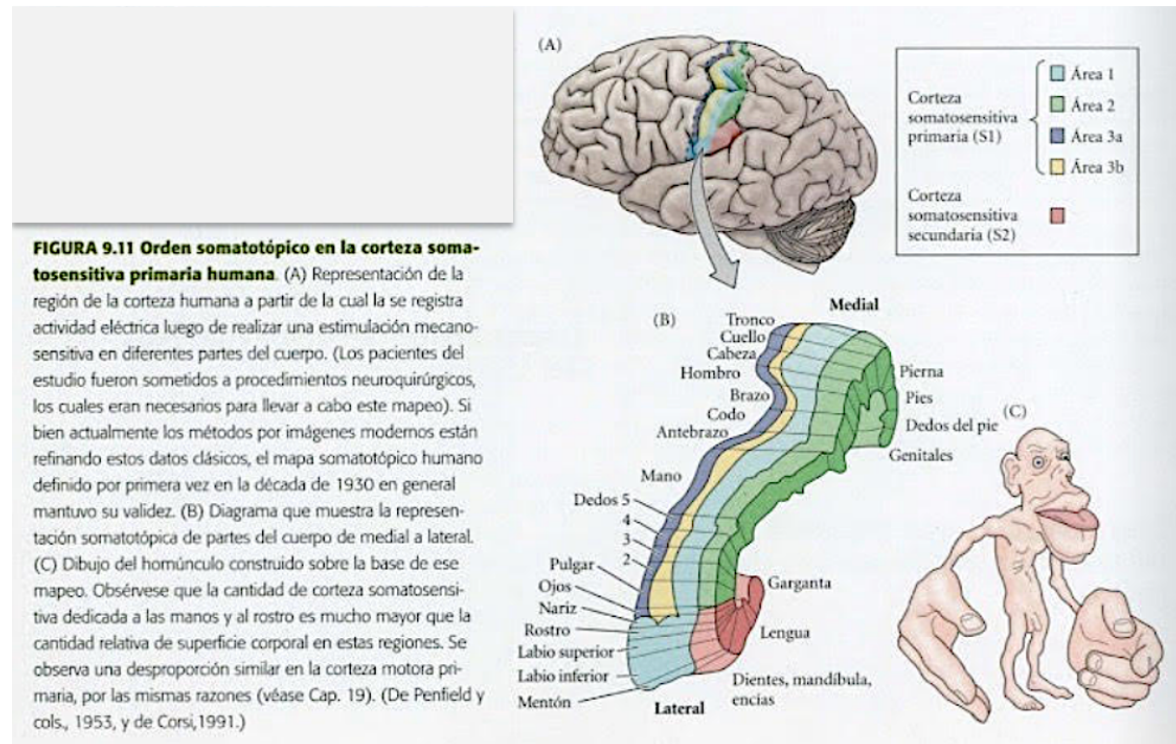
- Ogborn, J. (1996). Science education and semiotics: collaborative work on explanation, imagery and rhetoric. Conferencia de la Summerschool de ESERA. Barcelona.
- Perales, F.J. y J.D., Jiménez. (2002) Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto, *Enseñanza de las Ciencias*: 20(3), 369-386.
- Perales, F. J. (2008). La Imagen en la Enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España. *Formación universitaria*, 1(4), 13-22.
- Provine, R. (1988) A hierarchy of developmental contingencies: A review of Purves and Lichtman's Principles of Neural Development. *J Exp Anal Behav*. 1988 Nov;50(3):565–9. doi: 10.1901/jeab.1988.50-565. PMID: PMC1338918.
- Purves, D. (2004) *Neuroscience*. Third. Sunderland, MA, Massachusetts : Sinauer.
- Purves, D., Wojtach, W. T., & Lotto, R. B. (2011). Understanding vision in wholly empirical terms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108 Suppl 3(Suppl 3), 15588–15595.
- Purves, D., & Yegappan, C. (2017). The Demands of Geometry on Color Vision. *Vision (Basel, Switzerland)*, 1(1), 9.
- Reiss, M. & Kampourakis, K. (2018) Introduction: Biology Didactics. In K. Kampourakis & M. Reiss (Eds.) *Teaching Biology in Schools: Global Research, Issues, and Trends* (pp.1-8). New York, NY: Routledge.
- Stone, D. y Glock, M.(1981). How do young adults read directions with and without pictures? *Journal of Educational Psychology*, 73(3), pp. 419-426.

## ANEXO 1. Actividad de Aprendizaje

Nivel educativo: Estudiantes de segundo año de la carrera de Kinesiología, que se encuentren enrolados en la asignatura de Neurofisiología.

Objetivo de aprendizaje de la actividad: Desarrollar habilidades de observación y análisis, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico.

Para desarrollar estos objetivos, las y los estudiantes trabajarán con la imagen enfatizando en el rol de la imagen del "*Homunculus sensorial*" desde el enfoque didáctico de Historia de la Ciencia (HOS), analizando tantos aspectos neurofisiológicos, tanto cómo se ha utilizado esta famosa imagen para ilustrar cómo sería nuestra anatomía si se representara exactamente la relación: tamaño/función sensorial en el ser humano.



Fuente: xxxxx

En primer lugar, se realizará una actividad preliminar, **en donde se activarán los conocimientos previos de los estudiantes** mediante la resolución de la pregunta: ¿Qué creen ustedes que representa el "*Homunculus sensorial*"?. Pregunta que será respondida a través de una discusión grupal sobre el tema (grupos de 4 estudiantes). Luego de un tiempo prudente, y de manera mediada por el profesor se socializarán las respuestas elaboradas por cada grupo.

En segundo lugar, las y los estudiantes recibirán instrucciones claras para trabajar con la imagen, las que incluirán **observarla detenidamente, hacer anotaciones sobre ella y se les pedirá que describan lo que ven, que formulen preguntas y que relacionen la imagen con lo que ya saben sobre el tema** de manera grupal. Las observaciones y anotaciones serán socializadas entre los grupos.

En tercer lugar, se les solicitará que **complementen la observación de otros recursos, tales como los videos** cuyos links se muestran a continuación.

<https://www.youtube.com/watch?v=Amgub4HAjpU>  
<https://www.youtube.com/watch?v=epK1pqPJr2s> (Especial atención entre minutos 6'38" – 7'40")  
<https://www.youtube.com/watch?v=fUu5mMDmdr8>

En cuarto lugar, se desarrollará una breve actividad (promovida a través de uno de los videos cuyos enlaces de encuentran adjuntos) utilizando el enfoque didáctico de Historia de la Ciencia (HOS). En este contexto, se les solicitará a las y los estudiantes **que analicen ¿cómo se ha utilizado esta famosa imagen a través del tiempo para ilustrar cómo sería nuestra anatomía si se representara exactamente la relación: tamaño/función sensorial en el ser humano?**

En quinto lugar, se ofrecerá la oportunidad para que los y las estudiantes **reflexionen** sobre lo que han aprendido y cómo la imagen les ayudó en su proceso de comprensión de los aspectos neurofisiológicos como de los elementos de HOS. Esto se realizará través de una discusión grupal.

Finalmente, se les ofrecerá la posibilidad de que elaboren, ya sea con lápiz y papel o utilizando el computador o Tablet una imagen de sus propios "*Homunculus sensoriales*" y los compartan grupalmente. En este momento, también podría propiciarse un intercambio de "*Homunculus sensoriales*" entre los distintos grupos de trabajo. La evaluación será formativa.

**Tarea para el profesor:** Reflexionar sobre lo que funcionó y lo que podría mejorarse, tomando en cuenta el feedback de los estudiantes para realizar ajustes según sea necesario para futuras implementaciones.