

## Representaciones visuales de física cuántica en un libro de bachillerato internacional

Narciso Verón-Rojas<sup>1\*</sup>, Ignacio Julio Idoyaga<sup>2</sup>

### Resumen

Este trabajo parte del entendimiento de las representaciones visuales (RV) como elementos propios de la comunicación en ciencias naturales, que condicionan la enseñanza y el aprendizaje. Se busca analizar las RV de un libro de física del programa de Bachillerato Internacional, enfocándose en el capítulo de física cuántica. Con un enfoque cuantitativo y descriptivo, se evaluaron 45 RV utilizando una guía de vigilancia representacional, validada, que abarca cuatro dimensiones: iconicidad, funcionalidad, relación con el texto y etiquetas verbales. Los resultados muestran que la iconografía en este contexto es homogénea y normativizada, lo cual requiere del lector un conocimiento previo de las reglas sintácticas para su comprensión. Las RV, en su mayoría sinópticas, se integran con el texto de manera indivisible, proporcionando apoyo al aprendizaje mediante explicaciones verbales concurrentes. La funcionalidad de estas RV es principalmente sintáctica, demandando que el estudiante interprete códigos específicos de la disciplina para decodificar la información.

**Palabras clave:** Libros de texto, representaciones visuales, física cuántica

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

[narciso.veron.n@gmail.com](mailto:narciso.veron.n@gmail.com) , [ignacioidoyaga@gmail.com](mailto:ignacioidoyaga@gmail.com)

## 1. Introducción

El libro de texto es fundamental en la educación científica, siendo una de las principales fuentes de conocimiento para estudiantes y docentes. En especial, las RV representan una herramienta clave en la didáctica de las ciencias, permitiendo explorar métodos visuales que facilitan la comprensión de conceptos complejos. Diversas investigaciones han demostrado que las imágenes favorecen el aprendizaje, aunque la interpretación de estas exige habilidades específicas, a menudo no abordadas en el aula. Idoyaga et al., (2021) subraya que decodificar la información visual demanda destrezas de tipo espacial, las cuales pueden y deben desarrollarse intencionalmente como parte de la instrucción formal.

Actualmente, la física cuántica se incorpora de forma creciente en el currículo de secundaria debido a su relevancia para la alfabetización científica. Sin embargo, abordar esta disciplina resulta desafiante, ya que sus conceptos y fenómenos están alejados de las experiencias cotidianas, dificultando tanto su enseñanza como su aprendizaje (Sinarcas y Solbes, 2013). La física cuántica demanda, por tanto, un diseño pedagógico que haga uso de representaciones visuales precisas, integradas y claras. En este contexto, el análisis de las RV de los libros de texto resulta necesario. Perales y Jiménez (2002) sugieren una taxonomía que considera el grado de iconicidad, la función en el texto, la relación con el contenido y las etiquetas verbales, todos aspectos que impactan en la comunicación de las ciencias. La caracterización de estas RV permitirá comprender mejor cómo el diseño iconográfico puede facilitar o dificultar la asimilación de conceptos cuánticos, sugiriendo así posibles mejoras para el diseño de la enseñanza visual de la física en niveles secundarios.

## 2. Metodología

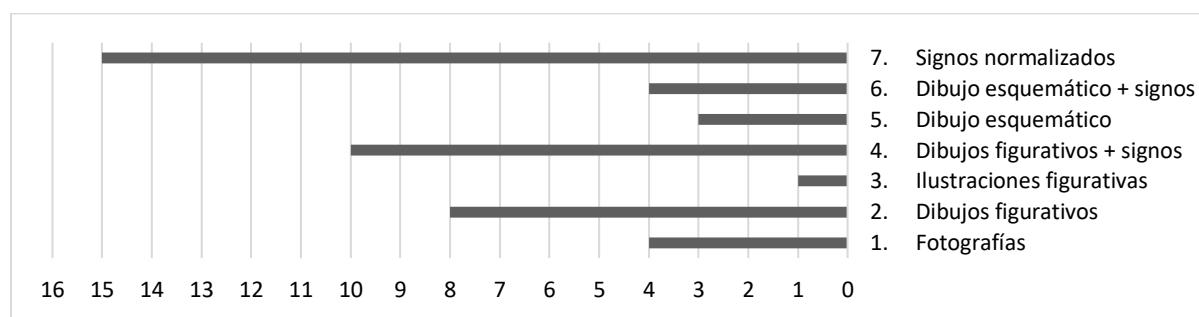
Utilizando una guía de vigilancia representacional se analizaron las RV del capítulo de física cuántica del libro de Bachillerato Internacional de la editorial Vicens Vives (2015), abarcando las páginas 508 a 549, con un total de 45 RV. La caracterización de cada RV se basó en la frecuencia y el porcentaje de representatividad de las subcategorías de una taxonomía que define sus cualidades (Perales y Jiménez, 2002). En primer lugar, se evaluó el grado de iconicidad, entendido como el realismo de la representación en comparación con el objeto que representa. Se incluyeron fotografías, dibujos figurativos y esquemáticos, ilustraciones y signos normalizados, considerando la alta iconicidad esperada en textos científicos para facilitar la comprensión visual. A continuación, se analizó la funcionalidad de las RV en su aporte a la comprensión de ideas científicas, clasificándolas en inoperantes, operativas elementales y sintácticas. Asimismo, se evaluó la relación entre las RV y el texto principal, distinguiendo RV connotativas, denotativas y sinópticas, según su integración en el discurso textual. Finalmente, se examinaron las etiquetas verbales, agrupándolas en nominativas, relacionales o sin etiquetas, elementos que facilitan la interpretación y comprensión de los conceptos científicos abordados.

### 3. Resultados

Las RV analizadas muestran un bajo grado de iconicidad, siendo el 33,3% gráficos que requieren conocimientos avanzados en física cuántica. Los dibujos figurativos con signos (22,2%) representan conceptos inobservables como por ejemplo la producción de pares de partículas y difracción de electrones, mientras que los dibujos figurativos simples abarcan el 18%. Las imágenes con signos (dibujos y esquemas) representan el 31% y, junto con signos normalizados, constituyen el 64% del total. Las subcategorías de dibujos en conjunto suman el 56% de las RV, destacando la Figura 1 con un resumen de estos datos.

**Figura 1**

*Frecuencia de aparición del grado de iconicidad de las ilustraciones.*



Asimismo, en el estudio, el 56% de las RV son sintácticas, requiriendo conocimientos de física cuántica para su comprensión. Las ilustraciones inoperantes y las de operativa elemental representan cada una el 22%. Estas últimas incluyen elementos universales como ecuaciones y gráficos, destacando la importancia de la funcionalidad de las RV en el texto. Además, se reveló que el 51% de las RV utiliza etiquetas verbales relacionales, describiendo elementos presentes. Las etiquetas nominativas representan el 17%, mientras que el 11% de las RV carecen de etiquetas. Finalmente, la investigación revela que el 44% de las RV se relacionan sinópticamente con el texto, facilitando la interpretación de contenidos. Un 38% son denotativas, mostrando correspondencias claras, mientras que el 18% son connotativas, basadas en la interpretación del lector.

### 4. Discusión

La investigación examina las RV en un libro de texto de física cuántica, destacando su complejidad y la dificultad de decodificación debido a su naturaleza específica y su desconexión con percepciones cotidianas, como mencionan Sinarcas y Solbes (2013). Se señala que es fundamental aumentar la iconicidad en futuros libros escolares de física cuántica, ya que las representaciones actuales no han mostrado avances significativos en casi 30 años de investigación.

Las RV cumplen la función de sintetizar ideas y dar significado a ecuaciones, modelos y fenómenos cuánticos. Para su correcta interpretación, es esencial que los estudiantes comprendan magnitudes, unidades y normas específicas de la física. La relación entre RV y texto es crucial, ya que el texto proporciona el contexto necesario para entender las representaciones, lo que sugiere que los diseñadores de libros escolares deben considerar esta interdependencia.

La mayoría de las RV analizadas incluyen etiquetas verbales, que son vitales para identificar y describir los elementos y relaciones presentes en los fenómenos cuánticos. Esta investigación se centró en el libro de física para bachillerato internacional de la editorial Vicens Vives, en su versión de 2015, lo que limita la generalización de los resultados. Sin embargo, abre nuevas oportunidades para futuras investigaciones, como el análisis de RV en otros capítulos del mismo libro o la comparación con representaciones de otras editoriales sobre física cuántica. Estas propuestas buscan enriquecer los métodos de investigación sobre el uso de RV en el aula y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en física, especialmente en el ámbito de la física cuántica, contribuyendo así a una mejor comprensión de esta compleja disciplina y aportar con instrumentos de vigilancia representacional.

## Referencias

- Idoyaga, I., Lorenzo, M. G., Moya, C. N., & Maeyoshimoto, J. (2021). La vigilancia representacional: una estrategia en construcción. In *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, 375-378.
- Perales, F., & Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(3), 369–386.
- Sinarcas, V. y Solbes, J. (2013) Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la Física Cuántica en el bachillerato, *Enseñanza de las Ciencias* 31 (3), 9-25