

Análisis de contenido de canales en YouTube que promueven la alfabetización científica

Eduar Antonio Rodríguez Flores 

Área de Investigación, Universidad de Ciencias y Artes de América Latina. Lima. Perú.
erodriguezf@crear.ucal.edu.pe

María de los Ángeles Sánchez Trujillo 

Escuela de Postgrado, Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Perú.
maria.sancheztr@usil.pe

Marianella Alicia Suárez Pizzarello 

Facultad de Ciencias y Artes de la Comunicación, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú. msuarezp@pucp.edu.pe

[Recibido: 11 junio 2023. Revisado: 18 julio 2023. Aprobación: 18 septiembre 2023]

Resumen: En los últimos años, el empleo de canales digitales para fines educativos se ha ido fortaleciendo. En esta investigación, se buscó analizar el contenido audiovisual de cinco canales hispanohablantes de YouTube que, en el 2022, han promovido la alfabetización científica en niños y jóvenes. Para este estudio cualitativo y de alcance descriptivo, se aplicó un muestreo no probabilístico de casos tipo, con el empleo del estudio de casos múltiples. Se utilizó, como técnica, el análisis documental, y, como instrumento, una guía de análisis del contenido. Para el procesamiento de datos, se ejecutaron procedimientos de codificación abierta y axial. Entre los resultados, destaca la realización de estrategias didácticas diversas para captar y mantener la atención del espectador, además de recursos audiovisuales que permiten mantener la atención en el contenido transmitido. A su vez, sobresale el uso de recursos explicativos diversos y de estrategias de persuasión, lo que contribuye a transmitir contenido científico de calidad. Además, casi la totalidad de *youtubers* utiliza un lenguaje claro y sencillo, con la inclusión de elementos irónicos o humorísticos. Una debilidad evidenciada es la manera como se lleva a cabo la alfabetización científica, orientada a transmitir contenido desde la perspectiva asumida por el *youtuber* sin ofrecer espacios de reflexión por parte del espectador ni el desarrollo de procedimientos metodológicos asociados al quehacer científico.

Palabras clave: alfabetización científica; divulgación científica; aprendizaje informal; YouTube

Content analysis of YouTube channels that promote scientific literacy

Abstract: In recent years, the use of digital channels for educational purposes has been strengthening. In this research, we sought to analyze the audiovisual content of five Spanish-speaking YouTube channels that, in 2022, have promoted scientific literacy in children and young people. For this qualitative study with a descriptive scope, a non-probabilistic sampling of type cases was applied, using the multiple case study. Documentary analysis was used as a technique, and a content analysis guide as an instrument. For data processing, open and axial coding procedures were performed. Among the results, the implementation of various didactic strategies to capture and maintain the viewer's attention stands out, as well as audiovisual resources that allow maintaining attention on the transmitted content. In turn, the use of diverse explanatory resources and persuasion strategies stands out, which contributes to transmitting quality scientific content. In addition, almost all youtubers use clear and simple language, with the inclusion of ironic or humorous elements. An evidenced weakness is the way in which scientific literacy is carried out, aimed at transmitting content from the perspective assumed by the youtuber without offering spaces for reflection by the viewer or the development of methodological procedures associated with scientific work.

Keywords: scientific literacy; popular science; informal learning; YouTube

Para citar este artículo: Rodríguez Flores, E. A., Sánchez Trujillo, M. A. y Suárez Pizzarello, M. A. (2024) Análisis de contenido de canales en YouTube que promueven la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(2), 2302. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i2.2302

Introducción y antecedentes

En la actualidad, es indudable la posibilidad masiva de utilizar la internet y todas las herramientas que ofrece como medios de comunicación y diversión. Si bien el propósito lúdico es el que sobresale en el empleo de redes y plataformas digitales diversas, el uso de plataformas como YouTube con fines de divulgación científica está incrementándose cada vez más y, de hecho, este medio representa una herramienta potencial orientada a favorecer la calidad de los aprendizajes en espacios formales y no formales de enseñanza (García, 2022). Además, en tiempos de pandemia, la alfabetización científica ha ejercido un rol fundamental frente a las noticias falsas publicadas de manera constante (Navas, 2020), por lo que el empleo de este tipo de herramientas favorece el libre acceso a conocimientos universales validados científicamente (Vizcaíno-Verdú et al., 2020).

Para comprender la lógica del uso de esta plataforma como herramienta de divulgación científica, es preciso definir el término “alfabetización científica”. Al respecto, Cañal (2004) manifiesta que la ciencia debe ser entendida como un método de enriquecimiento educativo para ser difundida a través de los medios de comunicación con un destino colectivo, es decir, de masas. A partir de ello, se afirma que la alfabetización científica resulta un proceso educativo apropiado que todo ser humano debería tener como parte de su desarrollo en la sociedad. Así, Cañal considera la alfabetización científica como una necesidad y un derecho democrático. Por su parte, Garmendia y Guisasaola (2015) relacionan este concepto con la noción de interpretar fenómenos naturales o cuestiones tecnológicas sobre la base de modelos científicos.

Como afirman Ballesteros-Ballesteros y Gallego-Torres (2022), es posible reconocer dos perspectivas en torno a la noción de alfabetización científica: la primera se asocia con la educación formal en las escuelas y universidades, y los contenidos y procedimientos metodológicos asociados con las ciencias naturales, y a la relación entre la sociedad y la tecnología. Por otro lado, la segunda perspectiva se asocia con una formación científica dirigida a la sociedad, considerando el contexto social y cultural en el que se encuentra inserta, de modo que la alfabetización científica cumple el rol de permitir la adaptación, por parte de los ciudadanos, en un mundo que está en constante cambio. Por tanto, si se parte de tal concepción, las personas necesitan desarrollar habilidades para comprender el rol de las ciencias y la tecnología en su vida personal y social, desempeñarse adecuadamente en la cotidianeidad, y, a su vez, ser agentes de cambio sobre la base del conocimiento científico adquirido y las perspectivas teóricas asumidas (Holbrook y Rannikmae, 2009; Hofstein et al., 2011; Acevedo-Díaz et al., 2017; Ramírez et al., 2021).

Gómez-Martínez et al. (2015), sobre la base de la propuesta de Sasseron y Carvalho en 2008, consideran que la alfabetización científica debe entenderse desde tres ejes centrales. El primero, el más simple, alude a la comprensión básica de conceptos científicos fundamentales y que están directamente asociados con la realidad. El segundo eje corresponde a la comprensión de procedimientos científicos, como al análisis de datos, síntesis y decodificación de resultados, asociados a aspectos éticos y políticos que deben ser aplicados en su práctica. Finalmente, el tercer eje trasciende el mero conocimiento

científico, puesto que se refiere a la comprensión holística de las interrelaciones establecidas entre ciencia, sociedad y medioambiente.

Según Ballesteros-Ballesteros y Gallego-Torres (2022), el modelo actual de alfabetización científica surge a partir del intento de “popularizar” la ciencia y la tecnología, orientado a difundir conceptos científicos de manera comprensible y simple a personas de diversos niveles socioeconómicos. Tal concepción se alinea con la noción de que se requiere una educación científica para todos, por lo que el medio en que se logre tal formación debe ser fácilmente accesible para la población (Gil-Pérez y Vilches, 2001). De esta manera, dicho modelo aboga por la idea de que la ciencia no es un asunto que solo compete a los especialistas, sino que es, más bien, un patrimonio de todos (Díaz et al., 2019). Justamente, en la actualidad, los comunicadores científicos que realizan publicaciones en plataformas como YouTube crean y comparten un formato comprensible, conformado de videos de corta duración e interactivos, dirigidos a un público en general, de forma que el contenido consumido sea mostrado de manera sencilla y entretenida con el fin de generar una mayor atracción hacia el contenido científico divulgado mediante esta plataforma (García, 2022).

Lo anterior está sustentado por autores como Gil-Pérez y Vilches (2006), y Fensham (2002), quienes señalan que la alfabetización científica puede ser concebida como un vehículo de placer y gozo, el cual permite ampliar la visión de universo sobre la base de procedimientos renovadores y placenteros, lo que justamente se logra a través del uso de plataformas digitales como YouTube. En efecto, desde el 2015, la divulgación científica entendida como una manera de popularizar la ciencia se ha incrementado, particularmente, a través de la difusión de contenido diverso en dicha plataforma. De hecho, autores como Buitrago y Torres (2022) señalan que el uso de esta herramienta por parte del profesorado ha posibilitado impartir clases sobre la base de un material eficaz para los distintos niveles educativos. Así, como afirman Rivera-Rogel y Ordoñez-Alvarez (2020), el uso de YouTube ha ampliado el modo en que se “consume” el contenido audiovisual, puesto que ya no implica necesariamente la difusión de videos de entretenimiento, sino también de información cultural. Respecto del contenido audiovisual, este puede incluir aspectos como el tipo de narrativa (si sigue una linealidad en la presentación del contenido), la complejidad de la historia asociada al guion, los soportes o formatos empleados, los recursos utilizados para interactuar con la audiencia, entre otros (Costa, 2013).

Pese a lo anterior, autores como Agudelo (2023) señalan que el empleo de videos educativos, como los que se difunden a través de YouTube, no es ventajoso, por su menor capacidad de transmitir contenidos educativos completos, dado que el forzoso uso de recursos audiovisuales limita la estructuración de ciertos contenidos que deberían ser profundizados. En tal sentido, afirma que, aunque podría ser de ayuda didáctica, debería concebirse como un complemento en clase. A su vez, la previa selección del contenido es necesaria, puesto que no todos los videos cumplen el objetivo esperado.

Respecto de este tema, han surgido diversos estudios orientados a explicar este fenómeno. Ramírez-Ochoa (2016) desarrolló una investigación documental acerca de las oportunidades educativas ofrecidas por la plataforma YouTube. En cuanto a los resultados, destaca su utilidad como recurso didáctico en relación con la formación de destrezas asociadas con la búsqueda, selección, almacenamiento y evaluación de contenidos científicos. Por otro lado, Buitrago y Torres (2022) realizaron un análisis cualitativo sobre piezas audiovisuales generadas por influencers españoles de ciencia en la plataforma YouTube. Luego de analizar sus productos, identificaron que el formato audiovisual empleado combinaba el cuidado formal con la estética, los recursos utilizados eran

animados, y el tono era ameno y especialmente dirigido a un público joven, al cual invitaban constantemente a participar y preguntar mediante los comentarios. Por su parte, García (2022) desarrolló un estudio cualitativo en el cual se analizó las características de los perfiles de los *youtubers* que cumplen el rol de divulgadores científicos. Se determinó que el perfil suele estar conformado por varones jóvenes con estudios superiores científicos, quienes utilizan estrategias comunicativas orientadas a atraer la atención del espectador.

Finalmente, Vizcaíno-Verdú et al. (2020) realizaron una investigación orientada a identificar temáticas científicas en propuestas desarrolladas por jóvenes *youtubers* dedicados justamente a la divulgación científica y a describir la valoración de docentes universitarios acerca de la conveniencia de los contenidos difundidos en la realidad española. Entre los resultados, se halló un índice medio-alto de rigurosidad, credibilidad y fiabilidad en cuanto a la información mostrada por los *youtubers*. Asimismo, las temáticas que mayor interés generaron en los usuarios fueron las enfermedades de transmisión sexual, las matemáticas, así como las creencias dogmáticas. En suma, los autores concluyeron que la plataforma YouTube es beneficiosa como medio innovador de transmisión del saber científico.

En suma, surge la necesidad de indagar acerca de las potencialidades de esta plataforma y su influencia en la alfabetización científica. Por tanto, se ha planteado como pregunta de investigación: ¿cómo es el contenido audiovisual de canales hispanohablantes que promueven la alfabetización científica en niños y jóvenes dentro de la plataforma de Youtube? A partir de lo anterior, el objetivo ha sido analizar el contenido audiovisual de cinco canales hispanohablantes de YouTube que, en el 2022, han promovido la alfabetización científica en niños y jóvenes.

Método

Este estudio pertenece al enfoque cualitativo, porque busca profundizar en las subjetividades de los *youtubers* hispanohablantes acerca de las estrategias que consideran más apropiadas para promover la alfabetización científica en niños y jóvenes. Sobre la base de lo anterior, las propuestas que ellos plantean se sustentan en aspectos contextuales, y tienen en cuenta los procesos sociales y culturales propios del mundo digital, que requiere un abordaje particular en cuanto a la formación ciudadana (Salinas y Gómez, 2018). En tal sentido, se aplicó un muestreo no probabilístico de casos tipo con el empleo del estudio de casos múltiples. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: poseer un canal en YouTube, cuyos contenidos se desarrollan en lengua española; orientar el contenido hacia un propósito de divulgación científica, tener carácter individual y no institucional; tener, como mínimo, 600,000 suscriptores; y contar, con al menos, cinco videos en el rango de tiempo analizado. De este modo, se realizó el análisis de cinco canales: *QuantumFracture*, *El Robot de Platón*, *Derivando*, *La Hiperactina*, y *La gata de Schrödinger* (ver Tabla 1).

Tabla 1. Información de la muestra elegida (al mes de febrero de 2023)

Canal de YouTube	País de origen del/ de la <i>youtuber</i>	Número de suscriptores	Cantidad de vídeos subidos en el periodo analizado	Número de visualizaciones totales	Año en que inició la transmisión en YouTube	Propósito declarado
QuantumFracture	España	3,09 millones	17	268,037,037	2012	Realizar divulgación de la ciencia con animaciones
El Robot de Platón	Perú y Nueva Zelanda	2,62 millones	33	379,625,640	2013	Difundir el conocimiento
Derivando	España	1,39 millones	8	100,335,019	2015	Enseñar matemáticas de forma divertida
La Hiperactina	España	1,3 millones	7	64,728,888	2018	Realizar divulgación científica en la explicación de temas sobre medicina y el cuerpo humano
La gata de Schrödinger	España	625,000	10	37,491,889	2018	Divulgación de la ciencia desde una perspectiva escéptica

Cabe precisar que, a partir del análisis realizado, además responder la pregunta de investigación, también se buscó constatar si, efectivamente, más allá del propósito declarado por los canales seleccionados, estos, en efecto, promueven la alfabetización científica.

Para el análisis, se consideraron los videos subidos en los canales elegidos entre los meses de agosto de 2022 y febrero de 2023. Se seleccionaron los tres videos más relevantes de información científica, publicados por cada *youtuber* en ese rango de tiempo. Para ello, se tuvo en consideración los que mayor cantidad de likes consiguieron.

Tabla 2. Información de los videos elegidos (al mes de febrero de 2023)

Canal de YouTube	Nombre del video	Cantidad de likes
QuantumFracture	Los físicos no entienden el vacío	73,313
	Andrómeda chocará contra la Vía Láctea: ¿Qué sucederá exactamente?	58,547
	Me he comprado Urano	48,253
El Robot de Platón	No. El núcleo de la tierra no se ha detenido.	64,746
	Mientras todos hablan de OVNIS	61,247
	¿Por qué hay animales dando vueltas en círculos?	60,607
Derivando	El dilema del prisionero	23,723
	El número de Graham	10,514
	El libro más importante del mundo: los elementos de Euclides	9,681
La Hiperactina	¿Por qué nos duele la cabeza?	40,880
	El hombre que dejó de sentir su cuerpo. ¿Qué es la propiocepción?	38,572
	¿Por qué tus huesos son más increíbles de los que crees?	30,778
La gata de Schrödinger	Fentanilo, la droga "ZOMBIE" que está arrasando en el mundo por culpa de las farmacéuticas	42,341
	Infiltrada en la iglesia de la ciencia	27,793
	Los secretos de la ciencia	17,132

Se utilizó, como técnica, el análisis documental, y, como instrumento, una guía de análisis del contenido, orientada a recabar información sobre el perfil de los *youtubers* y los temas científicos abordados para el público en general. Por otro lado, en cuanto a los videos seleccionados, en la guía, se incluyeron ítems relativos a las estrategias didácticas utilizadas (divididas en estrategias de inicio, de desarrollo y de cierre), y la interacción propiciada con los seguidores. Estas fueron las categorías apriorísticas determinadas antes del análisis; y, durante este, surgieron otras categorías emergentes. Para el procesamiento de datos, se ejecutaron procedimientos de codificación abierta y axial en Atlas.ti.

Resultados

A continuación, se precisarán algunos aspectos importantes acerca de cada uno de los cinco canales analizados, asociados al perfil del *youtuber* a cargo, los temas científicos que suele abordar, y las estrategias didácticas e interacciones generadas con los espectadores a partir del análisis de los videos elegidos. Posteriormente, se precisarán los patrones comunes y aspectos diferenciadores detectados entre los cinco.

Cabe precisar que, durante el análisis, surgieron las siguientes categorías emergentes: estrategias para captar la atención inicial del espectador, estrategias para mantener la atención, uso de recursos explicativos, estrategias de persuasión, características del lenguaje, la presencia del *youtuber* y la calidad del contenido científico.

Análisis de *QuantumFracture*

En relación con *QuantumFracture*, el *youtuber* a cargo es José Luis Crespo, joven físico español de 24 años a la fecha en que se realizó el presente estudio. Dadas sus áreas de interés y su especialización, la temática de sus videos está enmarcada en temas de Física y Astronomía.

A partir del análisis de los videos seleccionados, se identificó el empleo de estrategias diversas de inicio del video, las que fueron utilizadas para captar la atención inicial del espectador:

- En *Los físicos no entienden el vacío*, parte de interrogantes que podrían resultar atractivas para el espectador, como *¿cuál es el mayor problema abierto de la física fundamental?*, *¿es la enigmática entidad de la materia oscura y de la energía oscura?*
- En el caso de *Andrómeda chocará contra la Vía Láctea: ¿qué sucederá exactamente?*, se inicia con una situación atrayente: “Una galaxia va a chocar contra la nuestra. ¿Qué sucederá?” Así, plantea tres posibles hipótesis al respecto (que ambas reboten, que ambas se fusionen o que la humanidad entera resulte destruida), acompañándolas de imágenes animadas ilustrativas de cada una.
- En *Me he comprado Urano*, inicia con una situación dramatizada en la que se ve al *youtuber* ingresando a una oficina para “registrar a Urano bajo su propiedad”. A partir de este caso, presenta una noticia muy popular: “un valdepeñero se convierte en propietario de 40 asteroides”. Luego de hacer tal presentación, propone las preguntas abiertas orientadas a evaluar la factibilidad de este hecho.

Cabe precisar que, en los tres videos analizados, se evidenciaron estrategias diversas para mantener la atención, como el uso de efectos de sonido e imágenes en movimiento. Asimismo, se hizo uso de recursos explicativos, como la alusión a situaciones cotidianas como, por ejemplo, comparar el vacío como constante cosmológica con el vacío de una habitación, todo ello acompañado de explicaciones precisas.

Asimismo, si bien incorpora conceptos propiamente científicos, el lenguaje utilizado en tales explicaciones es claro y sencillo. En ocasiones, sus explicaciones, además, incorporan expresiones irónicas o humorísticas, como cuando, en uno de los videos, alude a la posibilidad de que, si los andromedanos pudieran vernos, nos percibirían como unos “primates haciendo cosas graciosas”.

A su vez, en el video *Me he comprado Urano*, si bien parte de esa consigna y deja en claro la imposibilidad de ser propietario de algún objeto espacial, constantemente alude al propósito de comprar Urano. Ahora bien, en el caso de este video, como estrategia de persuasión de la confiabilidad de la información transmitida, se incluyó la presencia de una especialista en Derecho, que justamente corroboró las explicaciones del *youtuber* al afirmar que no es posible adquirir elementos del espacio. Otro elemento que resalta en el video *Me he comprado Urano* es que el *youtuber* mostró imágenes de su visita al pueblo del valdepeñero para hablar directamente con él; en otras palabras, buscó la fuente primaria de la noticia base del video. Por otro lado, gracias al apoyo de la especialista legal invitada, el *youtuber* aplica la contraargumentación para reafirmar su postura ante, por ejemplo, la inconveniencia de aplicar el derecho romano conocido como “usucapión” frente a este tipo de situaciones. Tales recursos permiten afianzar la calidad del contenido científico transmitido al fundamentarse en fuentes externas y comprobables.

En el caso del cierre de sus videos, el *youtuber* termina de diversas maneras. En el primer video analizado, acaba animando a participar a sus seguidores en un curso gratuito para que puedan abrir su propio canal de temática general. En el segundo, finaliza “calmando” a sus seguidores frente a la posibilidad del choque entre Andrómeda y la Vía Láctea. En el tercer caso, culmina retomando el caso inicial de forma irónica y confirmando su “adquisición” de Urano.

Para finalizar, en cuanto a la presencia del *youtuber* este casi no aparece ante la cámara, con excepción del tercer video analizado y específicamente en las partes en las que participa en una situación simulada y muestra cómo encontró al personaje de la noticia sobre la cual basa su contenido. En general, prioriza el empleo de imágenes y animaciones con su voz en off. Además, el tiempo de sus videos suele oscilar entre 7 y 16 minutos. A su vez, utiliza música suave instrumental de piano, sobre todo, en el primer video analizado.

Análisis de *El Robot de Platón*

El canal *El Robot de Platón* está a cargo de Aldo Bartra, *youtuber* peruano nacionalizado neozelandés de 41 años a la fecha en que se desarrolló esta investigación. Estudió, en Perú, Ciencias de la Comunicación; sin embargo, a partir de las declaraciones que ha realizado en diversos medios, siempre ha manifestado interés en las “ciencias duras”. Precisamente, los temas de su canal están asociados a las ciencias y suelen partir de casos o noticias de conocimiento común. A diferencia del *youtuber*, cuyo canal fue analizado anteriormente, Aldo sí tiene una presencia directa en los videos, pues suele aparecer todo el tiempo frente a cámara y, aunque no emplee diversidad de expresiones faciales, suele incluir expresiones irónicas o humorísticas en sus comentarios.

Como estrategia para captar la atención inicial del espectador, en los videos analizados, este *youtuber* parte de noticias falsas o virales. El propósito que busca lograr justamente en estos videos es desmitificar ciertas creencias populares:

- En el primer caso, busca desmentir de que el núcleo de la tierra se ha detenido, ha empezado a desacelerar o empezará a girar en sentido contrario.
- En el segundo caso, se propone refutar que la presencia de OVNIS implica la existencia de extraterrestres.
- En el tercero video, expresa su rechazo hacia la relación que algunos videos de TikTok establecen entre las situaciones de animales dando vueltas en círculos y el impacto de las redes 5G.

En cuanto a los recursos explicativos empleados, suele incluir imágenes reales y animaciones en sus narraciones, lo que permite también mantener la atención del espectador. Además, utiliza un lenguaje claro y sencillo para realizar sus explicaciones científicas. Incluso, suele realizar comparaciones con situaciones cotidianas, como cuando alude a la excavación de la superficie de la Tierra con el acto de pelar una manzana. Cabe precisar, además, como estrategia de persuasión, el empleo de fuentes confiables que el *youtuber* pone de manifiesto. Así, por ejemplo, menciona artículos científicos en el tercer video analizado cuando alude al tema del campo magnético y a conductas específicas de los animales en relación con su percepción de variaciones de este campo. Asimismo, menciona a un especialista agrícola y a la entrevista que otorgó en un programa acerca de las posibles razones por las que ocurrió el caso de las ovejas dando vueltas en círculos (el único caso reciente). Tales explicaciones permiten otorgar calidad en el contenido científico transmitido. El *youtuber* realiza estas explicaciones intercalando algunas (pocas)

bromas o expresiones irónicas, como cuando se refiere al juego de la ronda al mencionar esta situación.

En el segundo video analizado, Mientras todos hablan de OVNIS, como estrategia de persuasión, incluyó en casi la totalidad del contenido la conversación que tuvo con un químico y reconocido *youtuber* para explicar el propósito de su contenido: las razones e implicancias medioambientales del descarrilamiento de un tren en Ohio.

En cuanto al cierre que suele realizar en sus videos, Aldo suele reafirmar los argumentos científicos expresados a lo largo de su contenido y despedirse de su audiencia. Finalmente, la duración de sus videos suele ser breve (10 minutos de promedio); sin embargo, hay videos más extensos, como el segundo analizado, que alcanzó casi 25 minutos de duración. En el caso del fondo musical empleado, este suele ser instrumental o ambiental.

Análisis de *Derivando*

En el caso del canal *Derivando*, el *youtuber* a cargo es Eduardo Sáenz de Cabezón, de 50 años en el momento de haber realizado este estudio. Él es un matemático español, y profesor de lenguajes y sistemas informáticos. Justamente, sus videos se enmarcan predominantemente en temas de matemáticas.

En los tres videos analizados, al igual que el caso anterior, se observó una predominancia de la presencia del *youtuber*, Eduardo, frente a la cámara, aunque con mayores recursos no verbales y expresividad. Aparece, además, con el fondo de una pizarra escrita con símbolos y operaciones matemáticas. El inicio, aunque suele ser abrupto, incluye la presentación clara del tema; por tanto, no incluye propiamente alguna estrategia para captar la atención inicial del espectador. En el caso de *El número de Graham*, se basa en este concepto y su inclusión en el récord de Guinness, mientras que, en *El libro más importante del mundo: los elementos de Euclides*, presenta el tema enfatizando en su importancia como el segundo libro con más ediciones en el mundo.

En el caso de este *youtuber*, aunque utiliza algunos recursos audiovisuales, como animaciones, imágenes y elementos visuales emergentes que suelen ilustrar sus explicaciones, estas suelen ser más densas en cuanto a contenido al referirse a determinados principios matemáticos, pese a la poca duración de sus videos (menos de 6 minutos), además de que, en gran parte del video, habla más rápido que sus pares *youtubers*. En tal sentido, para una correcta comprensión, los espectadores podrían requerir ciertos saberes previos sobre conceptos matemáticos. Sin embargo, al apoyarse en principios matemáticos comprobables y usar explicaciones precisas basadas en razonamiento lógico, podría afirmarse que el contenido científico proporcionado evidencia calidad. Pese a ello, como recursos explicativos, incluye ejemplificaciones que podrían ayudar a ilustrar sus explicaciones, como en *El dilema del prisionero*, el caso del cual parte y las distintas opciones posibles frente a la situación hipotética planteada para, posteriormente, introducir la Teoría de Juegos y el principio del equilibrio de Nash. Particularmente, en este video, se observa un énfasis en relacionar el dilema aludido con conceptos filosóficos e incluso éticos asociados con la búsqueda del bienestar común versus el bienestar individual, y la confluencia de las matemáticas en tales razonamientos. De hecho, de los tres videos analizados, este es el que incluye más ejemplos asociados a decisiones que el espectador podría comprender con facilidad.

En el caso del video *El libro más importante del mundo: los elementos de Euclides*, el *youtuber*, como recurso explicativo; y, a su vez, como estrategia de persuasión, hace uso de datos históricos que permiten validar la información que explica, así como anécdotas como

la conversación entre el rey Ptolomeo I y Euclides, quien afirmó que “no hay camino real para la geometría” ante la pregunta del soberano: “¿por qué la geometría es tan difícil?”. A partir de tales hechos, el *youtuber* se orientó a reforzar la importancia de Euclides y su influencia en las matemáticas, incluso, hasta la actualidad.

Para finalizar, no se evidencia propiamente un cierre y, en todo caso, lo que hace el *youtuber* es reiterar algunas ideas centrales que ha pretendido demostrar a lo largo del video.

Análisis de *La Hiperactina*

Este canal está a cargo de Sandra Ortonobes, de nacionalidad española, y de edad no registrada en ninguna página web o base de datos de internet. Ella es graduada en la carrera de Ciencias Biomédicas y con estudios de maestría en Comunicación Científica, Médica y Ambiental. Sus videos obedecen a temáticas relacionadas con la biomedicina y el cuerpo humano.

Esta *youtuber* suele iniciar a partir de alguna pregunta o caso asociado con el tema de su video, como estrategia para captar la atención inicial del espectador:

En el análisis del video *¿Por qué nos duele la cabeza?*, justamente, inicia realizando esta pregunta a sus seguidores.

En el caso del video *El hombre que dejó de sentir su cuerpo. ¿Qué es la propiocepción?*, comienza presentando el caso real de Ian Waterman, joven carnicero, que, tras una infección, perdió la capacidad de controlar su cuerpo.

En el video *¿Por qué tus huesos son más increíbles de los que crees?*, inicia aludiendo a las creencias que la mayoría de las personas tiene sobre los huesos, como que estas son estructuras estáticas y sin vida, cuya finalidad solo es dar soporte al cuerpo. Así, a partir de esta creencia, busca argumentar que, en realidad, los huesos son cambiantes y cumplen funciones diversas.

En cuanto a sus estrategias para mantener la atención, sobresalen los recursos audiovisuales utilizados, sobresalen las animaciones, por ejemplo, en el tercer video analizado, de esqueletos con contenido humorístico. También, emplea animaciones que permiten visualizar los procesos internos ocurridos en diversas situaciones biomédicas, por ejemplo, cuando nos duele la cabeza. A su vez, la presencia de la *youtuber* suele ser constante; ella demuestra ser muy expresiva y emplear gestos para comunicar sus ideas.

En cuanto al lenguaje utilizado, este es bastante claro y sencillo, sin dejar de lado las explicaciones científicas y el empleo de ejemplos y analogías, como recursos explicativos. Así, cuando explica la importancia del dolor de cabeza, precisa el rol que cumple, en general, el dolor como señal de alarma y como una forma que el organismo emplea para resguardar su bienestar. También, utiliza mitos para combatirlos a partir de sus explicaciones, como lo que la gente suele creer acerca del “sexto sentido” o la idea de que todos los seres humanos tienen la misma cantidad de huesos. En relación con el tiempo que dura cada video, este oscila entre 11 y 13 minutos.

En cuanto al cierre, a diferencia de sus pares *youtubers*, Sandra suele plantear preguntas específicas a sus seguidores para que comenten:

- En el primer video, los anima a contar en qué circunstancias han sentido dolor de cabeza y qué acciones han realizado ante ello.

- En el segundo video, insta a sus seguidores a responder acerca de sus conocimientos previos acerca del sentido de la propiocepción.
- En el caso del tercer video, ella realiza una acción diferente, que permite profundizar en el tema y es que sugiere la lectura de algunos libros de divulgación científica que le sirvieron como insumo para el desarrollo del contenido del video.

Análisis de *La gata de Schrödinger*

Este canal está a cargo de Rocío Vidal, cuya edad es de 30 años a la fecha de realización del presente estudio. Ella es una periodista española, además de publicista y Máster en Comunicación Científica. Según ella misma declara en su canal, los videos que presentan se orientan a realizar divulgación de la ciencia desde una perspectiva escéptica y, a su vez, humorística. Pese a ello, en los videos analizados, no se observó contenido predominantemente científico, aunque sí con temáticas afines a problemáticas sociales, políticas y culturales sin necesariamente la inclusión de explicaciones fundamentadas en el método científico sobre la base del empleo de fuentes confiables.

En el video *Fentanilo, la droga "ZOMBIE" que está arrasando en el mundo por culpa de las farmacéuticas*, la *youtuber* utiliza como estrategia para captar la atención inicial del espectador, la alusión a noticias e imágenes de titulares acerca de los “zombies humanos”, producto de las drogas para presentar el tema del video. En los otros dos videos relativos a su incursión en el conocimiento sobre la cienciología, Rocío inicia con situaciones o imágenes relativas con conversaciones que ha tenido con miembros de esta iglesia. En estos dos videos, el contenido adquiere una naturaleza principalmente periodística.

Ahora bien, en el primer video, se observa que Rocío tiene una presencia continua frente al espectador al hablar directamente a la cámara y presenta la información sobre la base de cifras acerca del consumo de las drogas y el incremento de esta actividad. Además, en este caso, sus explicaciones propiamente científicas se basan en la precisión de sus componentes principales (con ayudas visuales mientras habla), y cómo funcionan en el organismo. Además, explica la evolución histórica de su uso y la crisis actual asociada a las industrias farmacéuticas. En este video, la *youtuber* busca derribar también el mito, difundido en un informe emitido por la agencia del gobierno estadounidense de Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), de que la oxicodona tiene menor riesgo de adicción respecto de otras drogas. A su vez, como parte de sus recursos explicativos, cuestiona los estudios sobre los que se basa este informe al apoyarse en evidencias no generalizables y poco rigurosas. Sus explicaciones, asimismo, se sustentan principalmente en noticias recientes, lo que las hace creíbles y pertinentes, como parte de sus estrategias de persuasión.

En el caso de los otros videos, la *youtuber* no incluye explicaciones propiamente científicas y, en todo caso, se orienta a narrar su experiencia como infiltrada en la iglesia de la cienciología, además de testimonios y evidencias de contratos con cláusulas ilegales que evidencian las falencias de esta peligrosa secta. Estos son los videos con mayor duración, pues, mientras que el primero analizado duró 13 minutos, los dos relativos a la cienciología, y que acapararon una gran cantidad de *likes*, contaban con un tiempo de entre 20 y 35 minutos.

En cuanto al lenguaje utilizado, este es claro y sencillo, aunque se evidenció la carencia de explicaciones científicas, principalmente en el segundo y tercer video analizados. Además, utiliza algunas expresiones faciales (como abrir más los ojos) para enfatizar en algunas cuestiones importantes.

Finalmente, no se constató el empleo de una estrategia específica de cierre en los videos analizados más allá de agradecer a sus seguidores.

Comparación entre los cinco casos analizados

A partir del análisis de cada uno de los canales seleccionados, se identificaron algunos patrones comunes, así como aspectos diferenciadores sobre la base de las categorías inicialmente planteadas (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Patrones comunes y aspectos diferenciadores en los casos analizados

Canal	Perfil profesional del <i>Youtuber</i>	Estrategias didácticas de inicio	Estrategias didácticas de desarrollo	Estrategias didácticas de cierre	Generación de interacciones
QuantumFracture	Físico	Estrategias diversas: interrogantes abiertas, presentación de un caso, planteamiento de hipótesis, situación dramatizada	-Empleo de imágenes en movimiento y efectos de sonido. -Relación con situaciones cotidianas -Inclusión de la voz de especialistas -Situaciones simuladas - Uso de la ironía y el humor -Lenguaje claro y sencillo -Uso de música instrumental	-Uso de recursos irónicos. -Enfatiza en las ideas claves.	-No se evidencian recursos o acciones orientadas a generar interacciones.
El Robot de Platón	Comunicador con interés en las ciencias duras	Presentación de noticias falsas o virales que busca desmentir	-Empleo de imágenes reales y animaciones en sus narraciones -Relación con situaciones cotidianas -Inclusión de la voz de especialistas -Alusiones a fuentes confiables -Lenguaje claro y sencillo - Uso de la ironía y el humor -Uso de música ambiental	-Reafirma sus argumentos. -Se despide de la audiencia.	-No se evidencian recursos o acciones orientadas a generar interacciones.
Derivando	Matemático, y profesor de lenguajes y sistemas informáticos	No utiliza. Solo presenta el tema.	-Animaciones, imágenes y elementos visuales emergentes -Explicaciones densas -Uso de ejemplos y razonamiento lógico -Alusión a datos históricos y algunas anécdotas	-Enfatiza en ideas claves.	-No se evidencian recursos o acciones orientadas a generar interacciones.

Tabla 3. Continuación

La Hiperactina	Graduada en Ciencias Biomédicas y con estudios de maestría en Comunicación Científica, Médica y Ambiental	Interrogantes abiertas, alusión a creencias populares	-Animaciones con contenido humorístico -Lenguaje claro y sencillo -Uso de ejemplos y analogías -Se basa en mitos. -Uso de la ironía y el humor	-Plantea preguntas basadas en el contenido del video. -Invita a profundizar en el tema a partir de la lectura de fuentes.	-Se proponen preguntas orientadas a que los seguidores comenten a partir del contenido del video.
La gata de Schrödinger	Periodista, publicista y Máster en Comunicación Científica	Presentación de noticias recientes	-Ayudas visuales -Lenguaje claro y sencillo -Uso de cifras reales -Se basa en mitos -Uso de ironía y el humor	-No hay estrategia de cierre. -Agradece a sus seguidores.	-No se evidencian recursos o acciones orientadas a generar interacciones.

En relación con el perfil, tres de los cinco *youtubers* (los correspondientes a los canales *QuantumFracture*, *Derivando* y *La Hiperactina*) desarrollan videos, cuyo contenido está directamente asociado con su área de especialización. En el caso de *El Robot de Platón*, el *youtuber* es comunicador; sin embargo, en las entrevistas en las que ha participado, ha demostrado su interés permanente en investigar y conocer más acerca de las ciencias duras. En cuanto a la *youtuber* de La gata de Schrödinger, su perfil es distinto al de sus pares *youtubers*, pues no ha estudiado una profesión directamente asociada con las ciencias, aunque sí tiene un máster en Comunicación Científica.

Es preciso resaltar que casi todos los *youtubers* de los canales seleccionados utilizan alguna estrategia de inicio, entre las que destacan el planteamiento de preguntas abiertas, la presentación de noticias o virales o situaciones dramatizadas. Ahora bien, en el desarrollo del video, casi todos utilizan un lenguaje claro y sencillo en sus explicaciones. Solo el caso del *youtuber* de *Derivando* emplea algunos conceptos que requerirían ciertos saberes previos por parte de los espectadores. Por otro lado, suele utilizarse ejemplos, analogías y situaciones cotidianas para hacer comprensible la información presentada y como recursos de explicación. Asimismo, sobresale el empleo de imágenes en movimiento, elementos emergentes, efectos de sonido, animaciones e imágenes reales impactantes que permiten ilustrar la información o captar la atención del espectador.

Igualmente, el humor y la ironía son elementos importantes que sobresale en la mayoría de los *youtubers*, lo que acompaña a sus explicaciones y a, su vez, se orienta a mantener la atención del espectador. Cabe señalar que tres de los *youtubers* de los canales analizados suelen presentar, como estrategias persuasivas, la apelación a fuentes confiables en sus explicaciones al aludir a artículos científicos, evidencias y datos históricos, y al incluir la voz de especialistas. En algunos de los videos analizados, se presentó el contenido a modo de documental, lo que permitió visualizar el proceso en que se vio inmerso el *youtuber* para enterarse más acerca del contenido presentado, al mismo tiempo que el espectador. Otro aspecto que sobresale es el empleo de mitos, creencias populares, noticias falsas o virales para desmentirlos a partir de evidencia científica y explicaciones presentadas, de manera objetiva y sencilla, por parte de los *youtubers*. De este modo, algunos de ellos emplearon la estrategia persuasiva de la contraargumentación al demostrar las falencias de los argumentos inherentes a tales creencias o información falsa difundida. A partir de lo

anterior, se determinó que la calidad del contenido científico depende del empleo tanto de las estrategias explicativas como persuasivas.

En cuanto a las estrategias de cierre, sobresalen las que emplean los *youtubers* para enfatizar las ideas claves presentadas a lo largo del video. Solo en el caso de la *youtuber* de *La Hiperactina*, se emplean estrategias diferentes: la de plantear preguntas a los espectadores y la de incluir recomendaciones de lectura autónoma por parte de ellos. De este modo, se espera que ellos asuman un rol activo y comenten, lo que, a su vez, propicia la interacción con los seguidores.

Cabe precisar que, a partir de la identificación de las categorías emergentes inmersas o relacionadas con las categorías determinadas de forma apriorística, fruto del análisis, se identificaron relaciones diversas entre los elementos detectados, lo que permite comprender de qué forma se transmite el contenido científico en los canales elegidos, como se observa en la Figura 1.

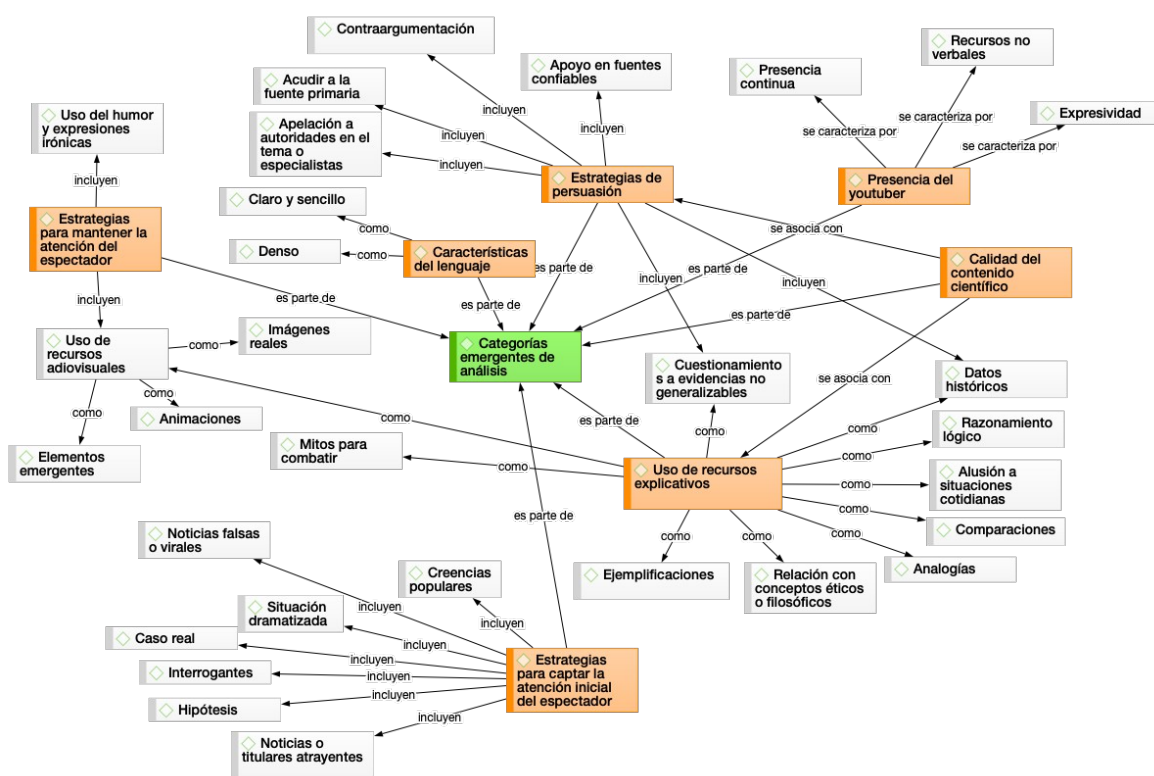


Figura 1. Relaciones entre las categorías emergentes de análisis

Discusión y conclusiones

Como se evidencia en diversos estudios, como el desarrollado por García (2022), el uso de YouTube como medio de divulgación científica tiene altas potencialidades al permitir el acceso a contenido científico y cultural (Vizcaíno-Verdú et al., 2020; Costa, 2013) en un formato comprensible, a partir de videos cortos, dirigidos a un público en general, con un tono ameno y un lenguaje sencillo. En efecto, los videos de los canales seleccionados cumplen con estos rasgos, aunque, en el caso de *Derivando*, en ciertas partes de sus contenidos, se requeriría de ciertos saberes previos de los espectadores para una mejor comprensión. Pese a ello, en términos generales, sí se observa un esfuerzo por transmitir contenido científico a todo tipo de público.

En relación con el perfil del *youtuber*, los hallazgos concuerdan parcialmente con el estudio de García (2022), pues, en efecto, la mayoría son varones (tres de los dos canales analizados) con estudios superiores científicos, con excepción de *El Robot de Platón* y *La gata de Schrödinger*, pese a que esta última estudió un Máster en Comunicación Científica. Ahora bien, aunque en *El Robot de Platón*, sí se observa el desarrollo de contenidos meramente científicos, en *La gata de Schrödinger*, la mayoría de sus videos no abordan directamente esas temáticas, como ya se precisó anteriormente. En tal sentido, pese a que la *youtuber* expresa que el propósito de su canal es de la divulgación científica desde una perspectiva escéptica, no se evidencia ello en gran cantidad de sus videos. De hecho, dos de los analizados, que son los que obtuvieron una gran cantidad de *likes*, no abordan en absoluto temas propiamente científicos.

Ahora bien, se evidenció que los *youtubers* incluyen lenguaje científico, realizan explicaciones sustentadas y tres de ellos suelen incluir fuentes confiables en los datos que ofrecen, lo que permite garantizar la rigurosidad y credibilidad de la información que presentan, en concordancia con el estudio de Vizcaíno-Verdú et al. (2020). Además, al igual que concluyeron estos autores, las matemáticas y, sobre todo, las creencias dogmáticas son las temáticas que atraen bastante atención en los usuarios. Al respecto, se observó, en algunos de los videos analizados de *QuantumFracture*, *El Robón de Platón* y *La gata de Schrödinger*, que justamente se basan en noticias o virales que reflejan tales creencias, y que justamente los *youtubers* se dedican a cuestionar.

A partir de lo anterior, precisamente se observa que cuatro de los canales analizados emplean, entre sus estrategias didácticas, la alusión a mitos, creencias populares o noticias falsas para desmentirlos categóricamente y a partir de explicaciones científicas adecuadamente sustentadas en fuentes y datos. Ello justamente coincide con la noción de la importancia de la alfabetización científica para combatir este tipo de contenido falso que, en la actualidad, circula fácilmente por las redes (Navas, 2020). A su vez, este rasgo está directamente asociado con la perspectiva planteada por Ballesteros-Ballesteros y Gallego-Torres (2022), quienes explican que la alfabetización científica está dirigida a la sociedad atendiendo a su contexto sociocultural. Por tanto, al basarse en noticias actuales (reales o falsas), los *youtubers* de los canales analizados están considerando este aspecto. Ahora bien, se observó que el propósito de los *youtubers*, si bien se orientan a lograr que sus espectadores se conviertan en agentes de cambio, puesto que los orientan en el cuestionamiento de ciertas creencias o mitos populares, no necesariamente buscan que sus seguidores asuman una perspectiva teórica en particular. De hecho, los *youtubers*, de alguna manera, imponen su propia perspectiva, enmarcada en un paradigma en particular, sin ofrecer espacios en que el espectador pueda evaluar otras posibilidades, sobre todo, ante situaciones en las que todavía no hay verdades científicas sólidamente comprobadas ni establecidas, en oposición a las propuestas de Holbrook y Rannikmae (2009), Hofstein et al. (2011), Acevedo-Díaz et al. (2017) y Ramírez et al. (2021). En tal sentido, la calidad del contenido científico transmitido está directamente asociado los datos proporcionados y a las fuentes en que se apoyan, en donde el espectador cumple un rol pasivo.

En cuanto a las estrategias utilizadas por los *youtubers* al inicio, al desarrollo y al cierre de sus contenidos, se observó, en términos generales, una secuencia amena adecuadamente planificada. Casi la totalidad de *youtubers* emplea estrategias de inicio, lo que permite captar la atención del espectador. Por otro lado, entre los recursos explicativos, sobresalen las ejemplificaciones, las analogías, las comparaciones y la alusión a situaciones cotidianas, todo acompañado de recursos audiovisuales diversos con el fin de mantener la

atención del espectador. A su vez, resulta frecuente el uso de estrategias de persuasión para convencer al espectador de la veracidad de la información transmitida. Ahora bien, se observó, en la mayoría de los videos analizados, la carencia de diversidad de estrategias de cierre, más allá de reiterar las ideas claves presentadas, con excepción del canal *La Hiperactina*, cuya *youtuber* quien suele asociar sus contenidos con preguntas o recomendaciones dirigidas a sus seguidores.

La inclusión de expresiones irónicas y humorísticas, acompañadas de recursos audiovisuales como elementos emergentes, animaciones, efectos de sonido, entre otros son muy características de los videos con el propósito de mantener la atención del espectador. Lo anterior se corresponde con el estudio realizado por Buitrago y Torres (2022). En efecto, como concluyen estos autores, los videos de divulgación científica en YouTube parecen estar dirigidos principalmente a un público joven y su corta duración precisamente responde a las características del consumismo e inmediatez, propias del posmodernismo. Ahora bien, ello no implica la imposibilidad de transmitir contenido científico sólido, lo que se observa justamente en *Derivando*, pues las explicaciones realizadas son muy consistentes, pese a la corta duración de los videos. En todo caso, se requiere que los *youtubers* elijan adecuadamente la información que desean mostrar y los recursos que emplearán para lograrlo de manera efectiva. Esta dinámica de presentación de los contenidos científicos, asimismo, se asocia con la concepción de alfabetización científica en cuanto constituye un vehículo de placer y gozo, que incluye procedimientos renovadores y placenteros, lo que precisamente se evidencia a través del empleo de recursos humorísticos y un tono ameno (García, 2022; Fensham, 2002; Gil-Pérez y Vilches, 2001). Asimismo, es bastante común el empleo de ejemplos asociados a situaciones cotidianas, comparaciones y analogías, aunados a recursos audiovisuales, que podrían facilitar la comprensión del espectador.

Por otro lado, a partir de la clasificación realizada por Gómez-Martínez et al. (2015) y Sasseron y Carvalho (2008) en cuanto a los ejes centrales asociados a la alfabetización científica desarrollada a través de YouTube, se evidencia el cumplimiento del primer eje, referido al logro de la comprensión básica de conceptos científicos fundamentales. Más bien, no se observa el desarrollo de los otros ejes, asociados a la formación en procedimientos científicos asociados a componentes éticos y políticos (aunque estos aspectos sí son abordados someramente en algunos de los videos analizados) ni al desarrollo de una comprensión holística de la realidad.

Finalmente, con excepción de *La Hiperactina*, se evidenció la carencia de recursos orientados a animar a los espectadores a participar y preguntar a través de los comentarios, propio de este tipo de contenidos (Buitrago y Torres, 2022). Pese a ello, la totalidad de videos analizados son los que mayores *likes* han conseguido en sus respectivos canales y han recabado también una gran cantidad de comentarios.

En conclusión, la plataforma YouTube se erige, en los tiempos actuales, como un medio relevante de divulgación científica. En efecto, su formato posibilita captar la atención de público diverso, además de responder a las exigencias y requerimientos de la sociedad posmoderna, caracterizada por la inmediatez y el consumismo de información. Para ello, requiere utilizar estrategias orientadas a captar y mantener la atención del espectador; el empleo de recursos explicativos diversos, entre los que se consideran los audiovisuales; estrategias de persuasión; un lenguaje claro y sencillo; y la presencia del *youtuber*. De este modo, la alfabetización científica, promovida en este tipo de medios, se orienta a combatir las noticias falsas, mitos y creencias populares a partir de explicaciones científicas breves

y, a su vez, sólidas sustentadas en fuentes confiables, y acompañadas de recursos audiovisuales efectivos. Todo ello permitirá determinar la calidad del contenido científico transmitido. Así, el lenguaje científico se conjuga de manera muy pertinente con este tipo de recursos, y se orienta a lograr, en el espectador, la adquisición de saberes aplicados a su vida diaria o a su entorno, lo que lo podría convertir en un agente de cambio. Sin embargo, una limitación importante de la forma en que se está llevando a cabo la alfabetización científica en este medio es que no necesariamente posibilita que los espectadores desarrollen procedimientos metodológicos, habilidades y actitudes asociadas con el quehacer científico, ni que asuman una perspectiva teórica determinada.

Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. M. y Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30(3), 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Agudelo, S.M. (2023). Estrategias que desbloquean la alfabetización científica en el aula. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 7(1), 2288-2296. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4591
- Ballesteros-Ballesteros, V. y Gallego-Torres, A. (2022). De la alfabetización científica a la comprensión pública de la ciencia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(26), e1855. <https://doi.org/10.22430/21457778.1855>
- Buitrago, A. y Torres, L. (2022). Influencers de ciencia en YouTube. Divulgación científica en el contexto español de la plataforma hegemónica de vídeo online. *AdComunica*, (24), 177-200. <https://doi.org/10.6035/adcomunica.6558>
- Cañal, P. (2004). La alfabetización científica: ¿Necesidad o utopía? *Cultura y Educación*, 16(3), 245-257. <http://doi.org/10.1174/1135640042360951>
- Costa, C. (2013). Narrativas Transmedia Nativas: Ventajas, de la planificación de un proyecto audiovisual transmedia y estudio de caso. *Historia y Comunicación Social*, 18, 561-574. http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.44349
- Díaz-Moreno, N., Caparrós-Martín, E. y Sierra-Nieto, E. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, (12), 261-281. <https://doi.org/10.46661/ijeri.2905>
- Fensham, P.J. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24. <http://doi.org/10.1080/14926150209556494>
- García, A. (2022). Vista de Alfabetització científica en Youtube: Una anàlisi dels canals de divulgació científica. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*, (2), 9-27. <https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/3370/3536>
- Garmendia, M. y Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 294-310. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92038753005.pdf>
- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, (43), 27-37. <https://doi.org/10.12795/IE.2001.i43.03>

- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, (42), 31-53. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie42a02.htm>
- Gómez-Martínez, Y., Pessoa, A.M. y Sasseron, L. (2015). Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 19-27. www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/
- Hofstein, A., Eilks, I. y Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9>
- Holbrook, J. y Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288. <http://www.ijese.net/makale/1394.html>
- Navas, A.M. (2020). Alfabetización científica. En Facultad de Educación de la Universidad de los Andes (Ed.), *Aproximaciones académicas de estudiantes y profesores de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes* (pp. 19-21).
- Ramírez, S., Lapasta, L., Legarralde, T., Vilches, A. y Mastchke, V. (2021). *Alfabetización científica en alumnos de nivel primario y secundario: un diagnóstico regional*. [Presentación de paper]. Congreso Iberoamericano de Educación, Buenos Aires, Argentina. https://www.adeepra.org.ar/congresos/congreso%20iberoamericano/competenciasbasicas/r0887_ramirez.pdf
- Ramírez-Ochoa, M.I. (2016). Posibilidades del uso educativo de YouTube. *Revista Ra Ximhai*, 12(6), 537-546. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7933141>
- Rivera-Rogel, D. y Ordoñez-Alvarez, L. (2020). YouTube en Ecuador: diagnóstico y expectativas. En A. Torres- Toukourmidis y A. De Santis-Piras (Ed.), *Youtube y la comunicación del siglo XXI* (pp. 81-93). Ediciones Ciespal.
- Salinas, J. y Gómez, J.S. (2018). Investigación cualitativa y comunicación en la era digital: una revisión crítica de la literatura científica. En J. Salinas y J.S. Gómez (Eds.), *La investigación cualitativa en la comunicación y sociedad digital: nuevos retos y oportunidades* (pp. 9-11). Egregius Ediciones.
- Sasseron, L. y Carvalho, A.M.P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de ciências*, 13(3), 333-352.
- Vizcaíno-Verdú, A., De Casas-Moreno, P. y Contreras-Pulido, P. (2020). Divulgación científica en YouTube y su credibilidad para docentes universitarios. *Educación XXI*, 23(2), 283-306. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/200741>