



## La aceleración de la luz en el vacío de un medio resistente

 Oscar Monroy <sup>\*1</sup> y Marco Merma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Recibido 7 Feb 2023 – Aceptado 16 Abr 2023 – Publicado 18 Abr 2023

### Resumen

El estudio de la velocidad de la luz en el vacío subyacente de un medio resistente, como mecanismo de transmisión de información, es complementado con el estudio de la aceleración de la luz en dicho medio. Aplicando la derivada temporal de segundo orden a las ecuaciones paramétricas, que representan el sustrato en el vacío subyacente del medio resistente, se obtiene una fórmula que describiría la aceleración con la que se transmite la información organizada. La ecuación obtenida varía con el tiempo para una magnitud dada del cuanto vectorial local, así como del coeficiente de resistencia descrito por el sustrato. Se consideran dos posibles direcciones simétricas para la aceleración de la luz en el vacío subyacente del medio resistente, las cuales estarían correlacionadas con las dos posibles direcciones del cuanto vectorial local. Al prescindir del cuanto vectorial local la fórmula permite determinar el tiempo máximo y el tiempo mínimo en el que cesa la aceleración con la que se transmite la información en el sistema. Además, como consecuencia de la segunda derivada temporal del sustrato asociado al vacío subyacente del medio resistente, y admitiendo las correlaciones entre las pequeñas fluctuaciones de exceso/defecto de los cuantos vectoriales opuestos y de las aceleraciones opuestas, se deduce una segunda condición de cuasiequilibrio con la que se explicaría la precepción de los rayos de luz en línea recta en un medio homogéneo resistente. Finalmente, los resultados de la teoría son aplicados para describir la aceleración con la que se replica una partícula viral de ARN, demostrándose que la formación del ácido nucleico desacelera inversamente proporcional con el tiempo. También la teoría predice un intervalo de tiempo máximo y un intervalo de tiempo mínimo en el que la aceleración con la que se forma el ácido nucleico en una partícula viral de ARN se reduce a cero.

**Palabras clave:** Sustrato de un medio resistente, coeficiente de resistencia, vacío subyacente, hélice cónica de ácido nucleico, aceleración de replicación de una partícula viral.

\* omonroye@unmsm.edu.pe

© Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.



## The acceleration of light in the vacuum of a resistant medium

### Abstract

The study of the speed of light in the underlying vacuum of a resistant medium, as a mechanism for transmitting information, is complemented by the study of the acceleration of light in said medium. Applying the second order time derivative to the parametric equations, which represent the substrate in the underlying void of the resistant medium, a formula is obtained that would describe the acceleration with which the organized information is transmitted. The equation obtained varies with time for a given magnitude of the local vector quantum, as well as the resistance coefficient described by the substrate. Two possible symmetrical directions for the acceleration of light in the underlying vacuum of the resistant medium are considered, which would be correlated with the two possible directions of the local vector quantum. Ignoring the local vectorial quantum, the formula allows determining the maximum time and the minimum time in which the acceleration with which the information is transmitted in the system ceases. Furthermore, as a consequence of the second time derivative of the substrate associated with the underlying void of the resisting medium, and allowing for the correlations between the small excess/defect fluctuations of the opposing vector quanta and the opposing accelerations, a second quasi-equilibrium condition with which would explain the perception of light rays in a straight line in a resistant homogeneous medium. Finally, the results of the theory are applied to describe the acceleration with which a viral RNA particle replicates, showing that the formation of the nucleic acid decelerates inversely proportional to time. Also the theory predicts a maximum time interval and a minimum time interval in which the acceleration with which the nucleic acid is formed in an RNA viral particle is reduced to zero.

**Keywords:** Substrate of a resistant medium, coefficient of resistance, underlying void, conical helix of nucleic acid, acceleration of replication of a viral particle. .

### Introducción

La propagación de la luz como mecanismo de transmisión de información organizada ha sido estudiada en términos de los conceptos de velocidad y aceleración, utilizando un sustrato simple expresado por ecuaciones paramétricas de modo que permita describir la cinemática esencial que existiría en el vacío subyacente presente en los sistemas naturales [1], [2].

El sustrato descrito en el postulado de la cinemática esencial en el vacío subyacente de un sistema natural autoorganizado con funcionamiento inteligente y autónomo sólo sería útil para percibir, distinguir y explicar los movimientos de rotación, traslación y vibración [1].

Se requiere ahora completar de explicar la resistencia fundamental que presentan los medios materiales como consecuencia de la información que reciben a través de su vacío subyacente. Esto implica construir otro sustrato lo más simple posible en la forma de un sistema de ecuaciones paramétricas de modo que sean compatibles con el comportamiento del medio resistente [3].

En un artículo anterior [3] se ha estudiado la rapidez con la cual se transmite información organizada en un medio resistente mediante una fórmula que indica la variación de la velocidad de la luz con el tiempo para una magnitud dada del cuanto vectorial local, teniendo

en cuenta un coeficiente de resistencia fundamental introducido en el sustrato.

La fórmula obtenida fue aplicada en la aproximación de orden cero (es decir, prescindiendo del cuanto vectorial local) para estudiar la rapidez de replicación de la partícula viral en función del número de pasos en la hélice del ácido nucleico y de su coeficiente de absorción de la radiación.

El objetivo general del presente trabajo es demostrar teóricamente que el sustrato asociado al vacío subyacente de un medio homogéneo resistente permite determinar la aceleración con la que se transmite la información organizada en dicho medio.

El objetivo específico es demostrar que, prescindiendo del cuanto vectorial local, la fórmula de la aceleración de la luz puede predecir cómo se amortigua la transmisión de la información organizada que induce la formación de ácido nucleico de una partícula viral de ARN.

### La ecuación de la aceleración de la luz en el vacío de un medio resistente

Un conjunto de ecuaciones paramétricas para las coordenadas de un rayo de luz, compatible con el comportamiento de un medio resistente, que puede expresar la cinemática del sustrato en el vacío subyacente del me-

dio es [3]:

$$x(t) = ate^{-\gamma t} \cos \omega t \quad (1)$$

$$y(t) = ate^{-\gamma t} \sin \omega t \quad (2)$$

$$z(t) = bte^{-\gamma t} \quad (3)$$

En estas ecuaciones a y b son constantes positivas definidas por:

$$a = \frac{1}{3}c, \quad (4)$$

$$b = \frac{2\sqrt{2}}{3}c, \quad (5)$$

donde c es la rapidez de la luz en el espacio libre ordinario [1]. La cantidad  $\omega$  en las Ecs. (1), (2) y (3) es la magnitud del cuanto vectorial local y la cantidad  $\gamma$  es un coeficiente de resistencia fundamental. Además,  $t \geq t_p$ , donde  $t_p$  es el tiempo de Planck. Las derivadas de segundo orden respecto al tiempo t en las Ecs. (1), (2) y (3) son respectivamente:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -a[2\gamma + (\omega^2 - \gamma^2)t]e^{-\gamma t} \cos \omega t - 2a\omega(1 - \gamma t)e^{-\gamma t} \sin \omega t \quad (6)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -a[2\gamma + (\omega^2 - \gamma^2)t]e^{-\gamma t} \sin \omega t - 2a\omega(1 - \gamma t)e^{-\gamma t} \cos \omega t \quad (7)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -b\gamma(2 - \gamma t)e^{-\gamma t} \quad (8)$$

Elevando al cuadrado las Ecs. (6), (7), (8) y luego sumando se tiene:

$$\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)^2 = a_{\omega\gamma}(t)$$

La cantidad  $a_{\omega\gamma}(t)$  denotará la aceleración de la luz dependiente del tiempo t para una magnitud dada del cuanto vectorial local  $\omega$  y un coeficiente de resistencia  $\gamma$  dado. Así, reemplazando (6), (7) y (8) se tiene:

$$a_{\omega\gamma}^2 = a^2[2\gamma + (\omega^2 - \gamma^2)t]^2 e^{-2\gamma t} + 4a^2\omega^2(1 - \gamma t)^2 e^{-2\gamma t} + b^2\gamma^2(2 - \gamma t)^2 e^{-2\gamma t}$$

De las Ecs. (4) y (5) es claro  $b = 2\sqrt{2}a$ , entonces la ecuación anterior se escribe:

$$a_{\omega\gamma}^2 = a^2[2\gamma + (\omega^2 - \gamma^2)t]^2 e^{-2\gamma t} + 4a^2\omega^2(1 - \gamma t)^2 e^{-2\gamma t} + 8a^2\gamma^2(2 - \gamma t)^2 e^{-2\gamma t}$$

O también:

$$a_{\omega\gamma}^2 = a^2 e^{-2\gamma t} ([2\gamma + (\omega^2 - \gamma^2)t]^2 + 4\omega^2(1 - \gamma t)^2 + 8\gamma^2(2 - \gamma t)^2)$$

Desarrollando estos binomios y reordenando términos se obtiene:

$$a_{\omega\gamma}(t) = \pm ae^{-\gamma t} [4(\omega^2 + \gamma^2) - 4(\omega^2 + 9\gamma^2)\gamma t + (\omega^4 + 2\gamma^2\omega^2 + 9\gamma^4)t^2]^{1/2} \quad (9)$$

Esta expresión representa la aceleración de la luz en el vacío subyacente de un medio resistente, la cual indica la aceleración con la que se transmite la información organizada al sistema natural.

Además, geoméricamente indica qué tan enrollados y atenuados están los rayos de luz. A diferencia de la aceleración de la luz en el vacío esencial correspondiente a la cinemática esencial [2]; según las Ecs. (6), (7) y (8) la aceleración para un medio resistente tiene tres componentes, y no es perpendicular a la dirección del cuanto vectorial local.

## Discusión y resultados

La ecuación (9) significa la rapidez con que cambia la velocidad de la luz o la velocidad de transmisión de la información organizada en el vacío subyacente del medio resistente.

Al prescindir del cuanto vectorial local ( $\omega = 0$ ), la Ec. (9) debe ser complementaria con la ecuación que describe la velocidad de transmisión de la información para la replicación de la partícula viral, estudiada en la referencia [3]:

$$c_{0\gamma} = \pm ce^{-\gamma t} \sqrt{(1 - \gamma t)^2 + (\omega t/3)^2} \quad (10)$$

Según la Ec. (9), obsérvese que el doble signo  $\pm$  significa que existirían dos posibles direcciones simétricas para la aceleración de transmisión de la información en el vacío subyacente del medio resistente. Si una de estas dos direcciones corresponde al cuanto vectorial  $\vec{\omega}$ , la otra dirección corresponde al cuanto vectorial opuesto  $-\vec{\omega}$ . También es claro que si se prescinde del coeficiente de resistencia del medio ( $\gamma = 0$ ) se obtiene la expresión de la aceleración de la luz en el vacío subyacente del sistema natural [2].

En general la ecuación de la aceleración de la luz (9) depende de la magnitud del cuanto vectorial local  $\omega$  y del coeficiente de resistencia  $\gamma$  asociado al medio. Además, estos están relacionados por [3]:

$$\omega = \frac{2\pi e^{\gamma t}}{t} \quad (11)$$

Al despejar el factor  $\gamma$  se obtiene:

$$\gamma = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{\omega t}{2\pi}\right) = \frac{1}{t} \ln(\varpi t), \quad (12)$$

donde  $\varpi = \frac{\omega}{2\pi}$  denota la magnitud del cuanto vectorial natural.

Así, para una magnitud dada  $\varpi$  de un cuanto vectorial, representativo de un sistema natural, el coeficiente de resistencia fundamental  $\gamma$  asociado al vacío subyacente del sistema depende del tiempo  $t$  que tarda en transmitirse la información en él.

También, cuando se prescinde del cuanto vectorial local ( $\omega = 0$ ) la Ec. (9) se reduce a la expresión:

$$a_{0\gamma}(t) = \pm 2a\gamma e^{-\gamma t} \sqrt{1 - 9\gamma t + (3\gamma t/2)^2} \quad (13)$$

Esta fórmula permite determinar el intervalo de tiempo en el que cesa la aceleración con la que se transmite la información en el sistema natural, siempre que se conozca  $\gamma$ . Por consiguiente, en la expresión subradical de la Ec. (13) se tiene:

$$1 - 6\left(\frac{3\gamma t}{2} + \frac{3\gamma t}{2}\right) = 0$$

De donde, teniendo en cuenta la relación  $\frac{b}{c} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ , se obtienen las soluciones:

$$\gamma t = 2\left(\frac{c \pm b}{c}\right) \quad (14)$$

Por consiguiente, los resultados numéricos posibles son:

$$\gamma t_1 = 3 \quad \gamma t_2 = 0, 2 \quad (15)$$

Por otro lado, teniendo en cuenta que la doble dirección de la aceleración de la luz en el vacío subyacente de un medio resistente, indicada por el doble signo  $\pm$  en la Ec. (9), está correlacionada con la doble dirección del cuanto vectorial local, y admitiendo que existen fluctuaciones intrínsecas de exceso y defecto de magnitud  $\Delta\omega$ , entonces para pequeñas fluctuaciones ( $\Delta\omega \ll \omega$ ) se mantiene la condición de cuasiequilibrio que justifica la precepción de los rayos de luz en línea recta en un medio resistente [3]:

$$\vec{\omega} + \vec{\omega}' \approx \vec{0}, \quad (16)$$

donde  $\vec{\omega}$  y  $\vec{\omega}'$  son los cuantos vectoriales opuestos asociados a la propagación de la información en el vacío subyacente del medio resistente.

La condición de cuasiequilibrio (16) es una consecuencia de la primera derivada temporal del sustrato asociado al vacío subyacente del medio resistente, deducida a partir de la Ec. (10). Análogamente, como la segunda derivada temporal conduce a la fórmula (9), para pequeñas fluctuaciones intrínsecas de los cuantos vectoriales opuestos, se deduce una segunda condición de cuasiequilibrio en términos de la aceleración con la cual se justificaría completamente la precepción de los rayos de luz en línea recta en un medio homogéneo resistente. Esto se expresa por:

$$\vec{a}_{\omega\gamma} + \vec{a}'_{\omega'\gamma} \approx \vec{0} \quad (17)$$

donde  $\vec{a}_{\omega\gamma}$  y  $\vec{a}'_{\omega'\gamma}$  denotan las aceleraciones correspondientes a los cuantos vectoriales opuestos  $\vec{\omega}$  y  $\vec{\omega}'$  respectivamente. En consecuencia, la segunda condición de cuasiequilibrio (17) implica que también que existirían fluctuaciones intrínsecas  $\Delta a$  para la aceleración de transmisión de información organizada en el vacío subyacente del medio resistente. Además, las fluctuaciones de exceso/defecto  $\pm\Delta\omega$  y  $\pm\Delta a$ , estarían correlacionadas.

## Aplicación al virión

Los resultados obtenidos pueden ser aplicados al organismo más simple existente en la naturaleza el cual es autoorganizado, autónomo y que puede tener un funcionamiento inteligente: el *virión*.

De acuerdo con la referencia [3], y en la aproximación de orden cero (es decir cuando  $\omega = 0$ ), el coeficiente de resistencia fundamental  $\gamma$ , presente en el sustrato, se puede determinar mediante la condición de que en cada ciclo de circulación de la información para la formación de la hélice de ácido nucleico de una partícula viral de ARN se cumple:

$$\gamma t = n p \alpha, \quad (18)$$

donde  $n = 1, 2, 3, \dots$  es el número de pasos en la hélice de ácido nucleico;  $p$  es el paso, y  $\alpha$  el coeficiente de absorción.

Conocidos  $p$  y  $\alpha$  en la Ec. (18), y teniendo en cuenta los resultados en (15), se podría predecir  $n$  para una partícula viral de ARN. Así,  $n$  será máximo cuando:

$$n = \frac{3}{p\alpha} \quad (19)$$

Por el contrario,  $n$  será mínimo cuando:

$$n = \frac{0, 2}{p\alpha} \quad (20)$$

Podría ocurrir que no exista un número entero  $n$  de pasos en la hélice de ácido nucleico; en tal caso hay que agregar al final una fracción del paso  $p$  para completar la hélice.

Por otro lado, sustituyendo (18) en (13), y cambiando la notación en los subíndices  $a_n$  en lugar de  $a_{0\gamma}$ , se obtiene la magnitud de la aceleración:

$$|a_n(t)| = \frac{2anp\alpha}{t} e^{-np\alpha} \sqrt{1 - 9np\alpha + (3np\alpha/2)^2} \quad (21)$$

Esta expresión describe la magnitud de la aceleración con la que se replica la partícula viral, que sería la aceleración con que se forma su ácido nucleico.

Como era de esperar, el hecho de que aparezca el factor  $t$  en el denominador de la Ec. (21) significa que la formación del ácido nucleico de la partícula viral desacelera inversamente proporcional con el tiempo  $t$ . Además, confirma que el modelo de hélice cónica decreciente para el ácido nucleico es el adecuado.

La Ec. (21) se puede analizar con más detalle considerando una partícula viral particular. De acuerdo con la literatura convencional, puede ser evaluada con datos físicoquímicos [5], [6], [7], [8]. Pero según la teoría desarrollada en este trabajo debe ser evaluada durante el intervalo de tiempo  $t$  en que la aceleración con que se forma el ácido nucleico se reduce a cero. Además, es claro que el coeficiente de absorción  $\alpha$  y el paso  $p$  de la hélice se pueden medir empíricamente [3].

Obsérvese que el resultado (19) predice teóricamente el máximo amortiguamiento posible de la aceleración de replicación de la partícula viral dentro de una célula, como muestra la Ec. (21). Sin embargo, es de esperar que mediante nuevas técnicas de ingeniería genética se logre un mayor amortiguamiento en la formación de la espiral del ácido nucleico (para disminuir en un menor tiempo su efecto nocivo) aumentando su número de pasos  $n$  de modo que:

$$n > \frac{3}{p\alpha} \quad (22)$$

Por el contrario, el resultado indeseable (20) predice teóricamente el mínimo amortiguamiento posible de la aceleración de replicación de la partícula viral dentro de una célula (y su mayor efecto nocivo), como muestra la Ec. (21). La razón es que según la Ec. (21) la aceleración de replicación de la partícula viral tardará más tiempo en anularse. Si esta fuese la intención, por manipulación genética se podría lograr un menor amortiguamiento en la formación de la espiral del ácido nucleico, y en consecuencia aumentar el tiempo de su efecto nocivo. En este caso la condición es:

$$n < \frac{0,2}{p\alpha} \quad (23)$$

Por tanto, prescindiendo del cuanto vectorial local ( $\omega = 0$ ), las Ecs. (10) y (13), junto con la condición (18), permitirían describir completamente la cinemática de transmisión de la información organizada para la formación de los ácidos nucleicos en partículas virales de ARN.

## Conclusiones

La segunda derivada temporal del sustrato asociado al vacío subyacente de un medio resistente conduce a la

obtención de una fórmula, la cual describiría la aceleración con la que se transmite información organizada de modo que el medio se comporte con dicha característica.

La fórmula de la aceleración de la luz en el vacío subyacente de un medio resistente varía con el tiempo y depende de la magnitud del cuanto vectorial local, así como del coeficiente de resistencia fundamental introducido en el sustrato. Geométricamente indica que tan enrollados y atenuados están los rayos de luz. Analíticamente indica la rapidez con que cambia la velocidad de transmisión de la información organizada en el vacío subyacente del medio resistente.

El doble signo ( $\pm$ ) en la fórmula de la aceleración de la luz en el vacío subyacente de un medio resistente significa que existirían dos posibles direcciones simétricas, las cuales estarían correlacionadas con las dos posibles direcciones del cuanto vectorial local.

Al prescindir del cuanto vectorial local la fórmula de la aceleración de la luz en el vacío subyacente de un medio resistente permite determinar el tiempo máximo y el tiempo mínimo en el que cesa la aceleración con la que se transmite la información en el sistema.

Como consecuencia de la segunda derivada temporal del sustrato asociado al vacío subyacente del medio resistente, y admitiendo las correlaciones entre las pequeñas fluctuaciones de exceso/defecto de los cuantos vectoriales opuestos y de las aceleraciones opuestas, se deduce una segunda condición de cuasiequilibrio con la que se explicaría la percepción de los rayos de luz en línea recta en un medio homogéneo resistente.

La aplicación de la fórmula de la aceleración de transmisión de información organizada sobre una partícula viral de ARN indica que la formación del ácido nucleico desacelera inversamente proporcional con el tiempo.

La fórmula predice un intervalo de tiempo máximo y un intervalo de tiempo mínimo en el que la aceleración con que se forma el ácido nucleico en una partícula viral de ARN se reduce a cero.

Los resultados del tiempo máximo y del *tiempo mínimo* de amortiguamiento de la aceleración de replicación de una partícula viral de ARN dentro de una célula, predichos por la teoría, permitirían establecer condiciones (en el contexto de la ingeniería genética) bajo las cuales se logre un mayor o menor amortiguamiento en la formación de la espiral del ácido nucleico de modo que disminuya o aumente con el tiempo su efecto.

## Referencias

- [1] O. Monroy, M. Merma. Estudio de la posible variación de la velocidad de la luz en el vacío utilizando el modelo de los cuantos vectoriales, *Revista de Investigación de Física*, vol 23, No. 1, (2020). Doi: <https://doi.org/10.15381/rif.v23i1.20287>
- [2] O. Monroy, M. Merma. Estudio de la aceleración de la luz en el vacío. *Revista de Investigación de Física*, vol 24, No. 2, Perú, (2021). Doi: <https://doi.org/10.15381/rif.v24i2.20340>
- [3] O. Monroy, M. Merma. Análisis de la velocidad de la luz en el vacío de un medio resistente, *Revista de Investigación de Física*, vol 25, No. 3 (2022). Doi: <https://doi.org/10.15381/rif.v25i3.23672>
- [4] J. Racker, P. Sistema, H. Vucetich. Thermodynamics in variable speed of light theories, *Physical Review D* 80, Estados Unidos, (2000).
- [5] J. Davidson. *Bioquímica de los ácidos nucleicos*, Editorial Reverté, España, (1980)
- [6] P. Forterre, M. Krupovic. *The Origin of Virions and Virocells: The Escape Hypothesis Revisited*. Researchgate, Francia, (2012).
- [7] A. Peña, A. Arrollo, A. Gómez & R. Tapia. *Bioquímica*, Editorial Limusa, México, (2004).
- [8] J. Martínez, E. Gonzáles & R. J. Pérez. Uso de las propiedades fisicoquímicas de oligonucleótidos como biomarcadores, *Bol. Soc. Geol. Mex*, vol. 2, México (2009).
- [9] B. R. Alemañ. Cuando la “nada”, según la ciencia, es “algo”, *Revista digital Matemática e Internet*, Universidad de Elche (Alicante), vol 13 No. 2, España, (2013).
- [10] B.R. Alemañ. Del vacío clásico al vacío cuántico, *Revista Internacional de Filosofía*, vol. XIX, No. 2, España, (2014).