

Sección: Arte en ciencia e ingeniería

VIRI y el viaje de la medicina dirigida

VIRI and the journey of targeted medicine

Francisca Villanueva-Flores^{1*}
Igor Garcia-Atutxa²

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional. Boulevard de la Tecnología, 1036 Z-1, P 2/2, 62790 Atlacholoaya, Morelos, México.

²Escuela Politécnica Superior. Universidad Católica de Murcia (UCAM) Av. de los Jerónimos, 135, 30107, Murcia, España.

*Autor para la correspondencia: fvillanuevaf@ipn.mx

RESUMEN

Este cuento de divulgación presenta a Athena, una estudiante de ciencias que diseña VIRI, una partícula similar a un virus (PSV) capaz de transportar medicamentos a células tumorales. La historia explica que las PSVs se parecen a los virus por fuera, porque conservan una cápside proteica, pero están vacías por dentro y carecen de material genético para replicarse, por lo que no causan enfermedad. En cambio, funcionan como vehículos que protegen la medicina, reconocen la célula correcta y la liberan en su destino. Así, muestran que una terapia requiere protección, dirección y precisión.

Palabras clave: Partículas similares a virus, VLPs, nanotransportadores, entrega dirigida, terapia antitumoral.

SUMMARY

This science communication story presents Athena, a science student who designs VIRI, a virus-like particle (VLP) that transports drugs to tumor cells. The story explains that VLPs resemble viruses on the outside because they retain a protein capsid, but they are empty on the inside and lack the genetic material required for replication, so they cannot cause disease. Instead, they function as vehicles that protect the medicine, recognize the correct cell, and release it at its destination. Thus, they show that a therapy requires protection, direction, and precision.

Keywords: Virus-like particles, VLPs, nanocarriers, targeted delivery, anticancer therapy.

Athena llevaba tres noches sin dormir. Era estudiante de ciencias y trabajaba con virus, no para hacerlos más peligrosos, sino para aprender sobre su arquitectura. Su tesis planteaba una pregunta difícil: ¿cómo llevar una medicina hasta una célula tumoral sin dañarla a las demás células?

Y fue entonces cuando se le ocurrió una idea: ¿Y si utilizara una partícula similar a un virus para llevar la medicina hasta las células tumorales? Antes de empezar, Athena siempre aclaraba algo importante: una partícula similar a un virus, o PSV, se parece a un virus por fuera, pero no es un virus. Tiene una cubierta formada por proteínas virales, llamada cápside, pero no contiene el material genético que los virus necesitan para infectar y multiplicarse. En otras palabras, conserva la forma de un virus, pero no su capacidad de causar enfermedad.

Una noche, Athena dibujó en su libreta una pequeña esfera azul compuesta por unidades de proteína hasta formar una PSV a la que llamó VIRI. No era solo un personaje; también era el nombre cariñoso del lote de PSVs que estudiaba en el laboratorio. Después de aquel día, Athena y VIRI se hicieron muy buenas amigas. Cuando los datos no cuadraban, Athena le hablaba bajito al dibujo, como si VIRI pudiera ayudarla a pensar. Era una especie de amiga imaginaria que la acompañaba durante esas largas noches de trabajo.

Una tarde, VIRI se dio cuenta de que estaba vacía por dentro y se entristeció, pero para Athena eso no era una limitación: era una oportunidad.

Entonces Athena le dijo a VIRI:

—No estés triste. Es verdad que tú no eres el fármaco, es decir, la medicina que ayudará a eliminar las células tumorales, pero serás quien lo transporta hasta su destino.

VIRI bajó la mirada. Ser el vehículo que transportaba la medicina le resultó irrelevante. El fármaco parecía más importante: él sí po-

día frenar a las células tumorales, mientras que VIRI era solo una cápsula vacía.

Athena notó tristeza en su dibujo y sonrió.

—No te menosprecies, pequeña. En la ciencia, transportar el fármaco de forma segura es importante para que la medicina funcione.

El primer ensayo bastó para demostrarlo. Athena añadió el fármaco libremente a sus cultivos celulares con células tumorales y sanas. Algunas tumorales murieron, pero las sanas también sufrieron daño. El fármaco era potente, sí, pero carecía de selectividad: atacaba indiscriminadamente células buenas y malas.

—No basta con tener la medicina —susurró Athena.

VIRI escuchó desde la libreta y pensó: —Quizá el vehículo en el que se transportaba el fármaco también es importante—.

Al día siguiente, Athena volvió a preguntarse: ¿cómo puedo hacer para que VIRI pueda llevar la medicina solo a las células malignas? Entonces recordó que los virus reconocen receptores en las células que quieren infectar, y así es como saben qué células infectar y cuáles no. Los receptores son como cerraduras en la superficie de las células. Para abrir cada cerradura se necesita una llave, llamada ligando. Los virus poseen proteínas que actúan como ligandos, es decir, llaves muy específicas que les permiten entrar solo en ciertas células. Por eso no pueden infectar cualquier célula del cuerpo, sino únicamente aquellas que tienen la cerradura adecuada.

Por lo tanto, Athena estudió qué receptores se expresaban con mayor frecuencia en las células tumorales: no dicen “soy cáncer”, pero algunas células malignas presentan muchas copias de ciertos receptores. Entonces modificó la superficie de VIRI agregando ligandos, pequeñas llaves moleculares capaces de abrir las puertas de las células tumorales. Además,

dentro de VIRI agrego la medicina a transportar, un fármaco anticancerígeno (Fig. 1) (2,3).

—Tres reglas —le dijo, escribiéndolas junto a su dibujo—: proteger, reconocer y liberar.

VIRI partió por Cuerpópolis, el mundo imaginario que representaba el interior del cuerpo. Dentro de su cápside, el fármaco se movía impaciente.

—Déjame salir —el fármaco dijo. Yo soy la medicina.

—Todavía no —respondió VIRI. Una medicina poderosa en el lugar equivocado también puede causar daño.

La primera puerta apareció en una célula

sana. VIRI se acercó, pero su llave no encajó con firmeza. Antes, habría pensado que entrar en cualquier célula era una victoria. Pero ahora recordaba la voz de Athena: la misión no era atacar todo a su paso, sino encontrar la célula correcta y actuar únicamente contra las células malignas.

Siguió avanzando. Los vasos se volvieron irregulares y el ambiente se volvió más ácido. Era el vecindario tumoral: una zona desordenada, con células que crecían de forma descontrolada.

Entonces VIRI vio unas cerraduras que brillaban a lo lejos en células malignas. En la membrana de una célula tumoral, esas cerra-

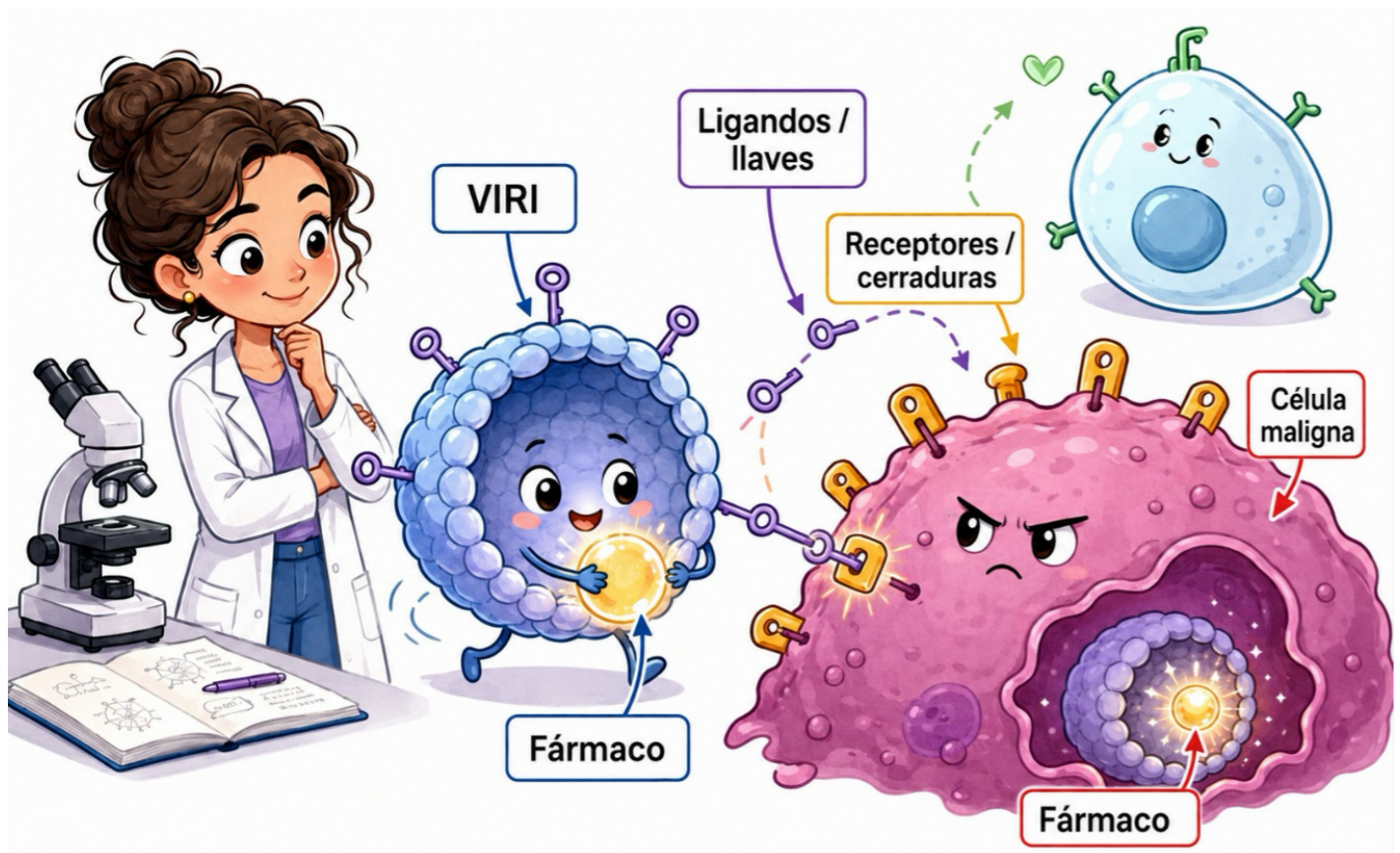


Figura 1. VIRI como vehículo de entrega dirigida de fármacos. La ilustración representa a Athena, una estudiante de ciencias, diseñando VIRI, una partícula similar a un virus (PSV) capaz de transportar un fármaco a una célula maligna. VIRI conserva una cubierta proteica inspirada en la arquitectura viral, pero no contiene material genético infeccioso. En la imagen, el fármaco viaja protegido dentro de VIRI, mientras que los ligandos/llaves de su superficie le ayudan a reconocer los receptores/cerraduras presentes en la célula maligna. Esta interacción favorece que VIRI entre en la célula correcta y libere su contenido allí, lo que reduce el daño en la célula sana. La figura resume el principio central del cuento: una medicina no solo necesita potencia, sino también protección, reconocimiento y liberación en el lugar adecuado. Imagen generada con ChatGPT/OpenAI y revisada por los autores.

duras, es decir, los receptores que Athena había buscado, se repetían una y otra vez. Las pequeñas llaves de VIRI (ligandos) encajaron con firmeza y abrieron la puerta de las células tumorales, permitiendo su entrada. La célula envolvió a VIRI en una pequeña burbuja, llamada vesícula, y lo llevó hacia el interior (4).

—Ahora sí —celebró el fármaco. ¿Ya puedo salir?

—Aún falta —dijo VIRI.

Dentro de la célula, entraron en un pequeño compartimiento llamado endosoma. Era como una sala cerrada en la que se almacenaban numerosas sustancias para su destrucción o reciclaje. Y fue entonces cuando el fármaco tuvo miedo de ser degradado, ya que el ambiente se volvió cada vez más ácido. Sin embargo, VIRI protegió al fármaco y comenzó a abrirse lentamente; no se rompió por completo, sino que cedió lo suficiente como para liberar de forma segura el fármaco que contenía fuera del endosoma (4,5).

El fármaco salió y encontró su objetivo y empezó a actuar en la célula maligna haciendo que esta perdiera fuerza

A la mañana siguiente, Athena miró el microscopio. Muchas células tumorales habían dejado de crecer, y lo mejor es que las células sanas no habían sido dañadas y seguían creciendo. Luego revisó que VIRI mantuviera el tamaño esperado y que el fármaco se hubiera liberado donde debía. Era una prueba de que elegir bien el destino importaba.

Athena acarició con el dedo el dibujo de VIRI.

—Lo hiciste bien —murmuró. No por ser el más fuerte, sino por cuidar el camino.

VIRI observó las gráficas y comprendió algo que no figuraba en ningún título de tesis: el vehículo no era un adorno. Sin protección, el fármaco podía degradarse; sin reconocimien-

to, podía llegar a células equivocadas y dañar tejido sano; sin liberación adecuada, podía quedar atrapado. El fármaco tenía el efecto, pero VIRI ayudaba a que se produjera en el lugar y en el momento oportunos.

En la discusión de su tesis, Athena no escribió que las PSVs fueran “balas mágicas”. Escribió algo más claro: podían ser herramientas prometedoras porque funcionaban como pequeños vehículos de entrega. Su cubierta ayudaba a proteger la medicina, su interior podía transportarla y su superficie podía ajustarse para reconocer mejor ciertas células.

Pero aún quedaba mucho por hacer y aprender sobre las PSVs, pues antes de pensar en usarlas en pacientes enfermos, tenía que seguir estudiándolas para demostrar varias cosas: que podían cargar suficiente medicamento, mantenerse estables durante el viaje, no dañar células sanas, liberar su contenido en el lugar adecuado y ser seguras (1,5).

Athena cerró la libreta con una sonrisa. VIRI ya no se sintió como una cápsula secundaria. No era el fármaco; era cierto. Pero había aprendido, junto con Athena, que una medicina no solo necesita potencia; también necesita protegerse durante el viaje, reconocer la célula correcta y liberarse en el momento adecuado.

Cuando alguien preguntaba qué podía hacer una cápsula vacía inspirada en un virus, VIRI respondía:

—No soy la medicina que actúa al final. Soy quien la cuida para que llegue.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento de los fondos SIP20254781 y MULTI-2026-0029-M3, otorgado por el Instituto Politécnico Nacional, así como el proyecto Ciencia Básica y de Frontera 2025 (CBF-2025-I-1532), otorgado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnolo-

gía e Innovación (SECIHTI), para la realización de este trabajo. Se empleó inteligencia artificial (ChatGPT-5.4, OpenAI) únicamente como apoyo para la revisión gramatical y sintáctica del manuscrito. La originalidad y el rigor científico son responsabilidad exclusiva de las personas autoras. Los autores expresan su más sincero agradecimiento a Athena García-Villanueva, nuestra bebé en camino, cuya presencia ha sido una fuente de inspiración, fortaleza y esperanza durante el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- [1] Mejía-Méndez, J. L., Vázquez-Duhalt, R., Hernández, L. R., Sánchez-Arreola, E., & Bach, H. (2022). Virus-like particles: Fundamentals and biomedical applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15), 8579. doi: 10.3390/ijms23158579
- [2] He, J., Yu, L., Lin, X., Liu, X., Zhang, Y., Yang, F., & Deng, W. (2022). Virus-like particles as nanocarriers for intracellular delivery of biomolecules and compounds. *Viruses*, 14(9), 1905. doi: 10.3390/v14091905
- [3] Ikwuagwu, B., & Tullman-Ercek, D. (2022). Virus-like particles for drug delivery: A review of methods and applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 78, 102785. doi: 10.1016/j.copbio.2022.102785
- [4] Travassos, R., Martins, S. A., Fernandes, A., Correia, J. D. G., & Melo, R. (2024). Tailored viral-like particles as drivers of medical breakthroughs. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(12), 6699. doi: 10.3390/ijms25126699
- [5] Kim, K. R., Lee, A. S., Kim, S. M., Heo, H. R., & Kim, C. S. (2023). Virus-like nanoparticles as a theranostic platform for cancer. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 1106767. doi: 10.3389/fbioe.2022.1106767