



Revista Educación
ISSN: 0379-7082
ISSN: 2215-2644
revedu@gmail.com
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Infecciones, curcumina y 8PP: educación y divulgación científica en laboratorios escolares

Pérez, Cristina; Farah, Ezequiel

Infecciones, curcumina y 8PP: educación y divulgación científica en laboratorios escolares

Revista Educación, vol. 47, núm. 1, 2023

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44072432024>

DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51672>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Internacional.

Infecciones, curcumina y 8PP: educación y divulgación científica en laboratorios escolares

Infections, Curcumin and 8PP: Education and Scientific Dissemination in School Laboratories

Cristina Pérez
 Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
 cristina.perez.acad@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51672>
 Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44072432024>

 <https://orcid.org/0000-0003-0538-4819>

Ezequiel Farah
 Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
 ezequieldariofarah@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9849-3442>

Recepción: 28 Julio 2022
 Aprobación: 12 Diciembre 2022

RESUMEN:

Antecedentes. La serie pedagógica *De la universidad a la escuela* compila actividades docentes innovadoras que incluyen formación y difusión científica en escuelas primarias y secundarias argentinas. **Objetivo.** Desarrollar una actividad docente innovadora que expanda las realizadas anteriormente e incluya clases y trabajos prácticos afines en laboratorios escolares. **Enfoque y actividades.** En un temario de infecciones, se relacionaron las áreas de biología y química con estudiantes que cursaban primero, segundo o cuarto año de una escuela municipal de Buenos Aires (Argentina). Se repasaron, seleccionaron y relacionaron conocimientos de la *curricula* escolar; luego se agregó información relacionada extraída de los programas universitarios de farmacología y microbiología, además de datos científicos recientes. Se expandió y profundizó el temario de infecciones comunes en adolescentes, particularmente las candidiasis. Se informó sobre *Candida albicans* resistente a medicamentos, su relevancia médica y la búsqueda de nuevos medicamentos para solucionar el problema sanitario. Como ejemplos de potenciales medicamentos antimicóticos de origen vegetal para combatir *Candida albicans* resistente a azoles, se tomó en forma comparativa la curcumina y el 8PP, en función de su similar actividad antimicrobiana, aspecto físico y conocimientos previos del alumnado. La primera está contenida en el condimento popular cúrcuma o azafrán de la India; se seleccionó este último por ser conocido por el alumnado. El 8PP, extraído de las raíces de la leguminosa *Dalea elegans*, continúa siendo investigado en estrategias farmacológicas en Argentina. En este trabajo docente se diseñaron y desarrollaron clases teóricas y prácticas interactivas, adecuadas a los temas tratados y al laboratorio escolar. **Resultados.** Se desarrolló una propuesta innovadora docente que integra y actualiza distintos conocimientos científicos relacionados con la búsqueda de nuevos medicamentos antimicóticos. **Conclusiones.** Esta experiencia amplía y enriquece la *curricula* docente del nivel secundario, tanto en criterios científicos como en datos provenientes de ámbitos argentinos y extranjeros, siguiendo recomendaciones derivadas de su reconocida y valorada originalidad.

PALABRAS CLAVE: Productos naturales, Antimicrobianos vegetales, Antimicrobianos, Antimicóticos de origen vegetal, Promoción de la salud, Innovación docente.

ABSTRACT:

Background. Since 2001, the pedagogical series *From University to School* has been developed; it compiles innovative teaching activities that include scientific education and dissemination in Argentine primary and secondary schools. **Objective.** To create an innovative teaching activity that expands those previously reported and includes related theoretical and practical work in school laboratories. **Focus and activities.** In a context related to infections, the areas of biology and chemistry were associated jointly with the first, second, and fourth-year students of a municipal school from Buenos Aires (Argentina). A review, selection, and integration of knowledge were carried out. Later on, information from the university disciplines of pharmacology and microbiology was added. The central theme covered common infections in adolescents, particularly those caused by the fungus *Candida albicans*. The problem of the resistance of this microorganism to drugs, its medical relevance, and the search for new medicines was raised. As examples of potential antifungal drugs of plant origin to combat azole-resistant *Candida albicans*, curcumin and 8PP were taken in comparison, due to their similar bioactivities, the physical aspect, and previous students' knowledge. The researchers started with a food material of plant origin commonly known as seasoning. It is turmeric or saffron

from India, which contains curcumin, a substance under scientific study. 8PP, extracted from the roots of *Dalea elegans*, continues to be investigated in Argentina regarding pharmacological strategies. Both theoretical and practical interactive works were designed and developed, adapted to the topics covered and the school laboratory. **Results.** An innovative teaching proposal that integrates and updates different scientific knowledge related to health care was developed. **Conclusions.** This experience broadens and enriches the teaching *curriculum* at the secondary level, both in scientific criteria and in data from Argentine and foreign fields, following recommendations derived from its recognized and valued originality.

KEYWORDS: Natural Products, Potential Medicines, Plant Antimicrobials, Plant Antifungals, Health Promotion, Teaching Innovation.

INTRODUCCIÓN. FUNDAMENTACIÓN Y ANTECEDENTES

La humanidad ha sufrido embates de enfermedades infecciosas a través de su larga historia. Esto ha dado lugar a la aparición de epidemias –algunas de ellas clasificadas como pandemias debido a su magnitud– que han producido grandes daños y perjuicios, inclusive muertes. Como ejemplos, se pueden citar viruela, sarampión, peste bubónica, tifus, cólera, dengue, ébola, etc. También se han sucedido distintas gripes, como la española, la asiática y la de Hong Kong. En el siglo XXI, algunas especies de coronavirus desencadenaron enfermedades respiratorias graves como MERS-CoV en 2012 y Covid-19 en 2019 (Pérez, 2022a; The Lancet COVID-19 Commission, 2022).

Si bien la mayoría de las epidemias citadas han sido producidas por virus o bacterias, las infecciones desencadenadas por hongos son también relevantes y han adquirido prevalencia creciente en los últimos tiempos, debido al advenimiento del SIDA, enfermedades autoinmunes, tratamientos farmacológicos, radiológicos, etc. (Kim y Sudbery, 2011).

El conocimiento y análisis de las infecciones es importante para aprender sobre ellas y prepararse para poder prevenirlas o tratarlas en el futuro, tanto desde el punto de vista sanitario como social (Carbonetti, 2021).

En este contexto, la investigación científica relacionada con la medicina ha contribuido con numerosos avances y tenido un papel fundamental para prevenir y tratar las infecciones. El desarrollo de las vacunas, por ejemplo, ha sido crucial para erradicar muchas de las citadas infecciones. Los antimicrobianos juegan también un papel fundamental en el tratamiento de las infecciones, y se justifica la investigación acerca de ellos por distintos motivos, crucialmente el desarrollo de resistencia (Gumbo, 2011; Pérez et al., 2003a, Barceló et al., 2017).

Por otra parte, las universidades, generadoras de conocimientos científicos y tecnológicos, tienen la obligación de contribuir a que estos sean accesibles (Riatti, 1999). Teniendo en cuenta lo anterior, la Universidad de Buenos Aires (UBA) continúa promoviendo la realización de distintas actividades de difusión y formación científica, clasificadas como extensión universitaria según sus estatutos.

Con este marco, desde 2001 se está desarrollando la serie pedagógica *De la Universidad a la Escuela*, que consiste en actividades docentes innovadoras para la enseñanza primaria y secundaria en el área de ciencias naturales relacionadas con la medicina. Las citadas se llevan a cabo en escuelas del Gobierno de la ciudad de Buenos Aires (Pérez et al. 2003b; 2018).

En este artículo se informa sobre una nueva actividad innovadora a nivel secundario. Se continuó con el tema de infecciones comunes en adolescentes (Mejía-Arango et al., 2013; Pérez et al., 2018), enfocado en las producidas por hongos, particularmente *Candida albicans*. Se divulgaron algunos conocimientos científicos generados por el equipo de la UBA y otras instituciones; a fin de facilitar su comprensión se brindaron los conocimientos universitarios pertinentes (ver sección Información científica a difundir). Se diseñaron y desarrollaron trabajos prácticos de laboratorio acordes al tema tratado. Se adecuó la forma de comunicación de la ciencia a las características, conocimientos e intereses del alumnado (ver sección Modo de trabajo).

INFORMACIÓN CIENTÍFICA A DIFUNDIR

Infecciones comunes en adolescentes

Como es ampliamente conocido y se consignó anteriormente (Pérez et al., 2018), *Candida albicans* es una especie de hongo que convive naturalmente con otros microorganismos en los seres humanos sin producir efectos nocivos. Sin embargo, en determinadas circunstancias puede provocar infecciones, denominadas candidiasis, particularmente en pacientes inmunodeprimidos. Entre ellos, las personas enfermas de sida, por ejemplo, suelen presentarlas frecuentemente en boca y faringe (Kim y Sudbery, 2011).

Las candidiasis se tratan comúnmente con medicamentos antimicóticos de tipo azol, como el fluconazol o el miconazol, cuyo uso extensivo ha incrementado la resistencia a estos mismos. Dado que los azoles son recursos terapéuticos valiosos, convendría seguir utilizándolos, para lo cual sería necesario recuperar su eficacia. Así, es crucial la búsqueda de nuevas estrategias enmarcadas en esta temática (Gumbo, 2011; Barceló et al., 2017). Una de las estrategias exploradas consiste en revertir la resistencia a los azoles mediada por bombas que los expulsan hacia el exterior de las células del microorganismo (Peralta et al., 2012; Barceló et al., 2014).

En este contexto, la curcumina y el 8PP son medicamentos potenciales que responden a la estrategia de bloquear *in vitro* los transportadores de tipo ABC cdr (sigla del idioma inglés *ATP binding cassette*), con lo cual el fluconazol permanece en mayor cantidad dentro de la levadura y por ende recupera su eficacia. Parte de este tema fue desarrollado previamente, con respecto al 8PP, en una actividad innovadora docente desarrollada en una escuela secundaria (Pérez et al., 2018). La combinación de cada uno de ellos con fluconazol resultaría más eficaz para inhibir el desarrollo de *Candida* que cada compuesto por separado. El efecto fue clasificado como sinérgico en el caso de la curcumina (Sharma et al., 2009) y aditivo en el del 8PP (Peralta et al. 2012; Barceló et al., 2017). Este concepto será desarrollado durante la actividad innovadora informada en este artículo.

Si bien ambos son polifenoles, desde el punto de vista químico la curcumina y el 8PP pertenecen a distintos grupos de compuestos. En efecto, la curcumina es un polifenol simple y el 8PP un flavonoide. Los flavonoides están muy difundidos en el reino vegetal, a cuyo crecimiento y desarrollo contribuyen (Peralta et al., 2012; Pérez et al., 2013).

Los efectos farmacológicos del 8PP fueron considerados en distintos artículos científicos y pedagógicos (Pérez et al., 2003a, 2003b; Elingold et al., 2008; Peralta et al. 2012; 2015; 2018; Pérez et al., 2013; 2018; Barceló et al., 2017; Passero et al., 2022). En este trabajo se trató de ilustrar de forma pedagógica innovadora, a nivel de la escuela secundaria, la actividad del 8PP y su colaboración con el fluconazol para inhibir el desarrollo de hongos levaduriformes.

Dadas las similitudes y diferencias del 8PP con la curcumina, con respecto a algunas propiedades físicas y farmacológicas, se comparan ambas sustancias en relación con algunos tópicos.

El destinatario fue el estudiantado de química y biología (primero, segundo y cuarto año) de una escuela secundaria municipal de la ciudad de Buenos Aires.

Para la selección y adecuación de conocimientos a difundir se tomó como referencia central un artículo de divulgación alusivo al tema tratado (Pérez et al., 2013).

Flavonoide 8PP, compuesto de origen vegetal

En Argentina se estudió un compuesto amarillento, aislado de la planta *Dalea elegans*, la cual crece en territorio argentino y carece tanto de nombres vulgares como de usos medicinales folklóricos. Se trata de

un flavonoide cuyo largo nombre es 2',4'-dihidroxi-5'-(1''',1'''-dimetilalil)-8-prenilpinocembrina (abreviado como 8PP, ex 6PP) (Cafaratti et al., 1994; Barceló et al., 2017).

El 8PP ejerce su efecto colaborador al inhibir bombas expulsoras de fluconazol, con el consiguiente aumento de la concentración de este medicamento dentro de la célula del hongo, seguida del efecto farmacológico correspondiente. La inhibición de bombas de tipo ABC cdr constituye una estrategia farmacológica importante en estos tiempos de desarrollo creciente de resistencia por parte de diversos microorganismos. Los citados transportadores utilizan la energía liberada, a través de una ATPasa, por el adenosintrifosfato (ATP), que es un compuesto producido en principalmente en las mitocondrias y resulta ser el mayor acumulador de energía química de los seres humanos (Shukla et al., 2006; Tran-Nguyen et al., 2017; Pérez, 2013).

En este sentido, el 8PP inhibe las cdr en dos sitios cruciales: el transportador de sustancias (Peralta et al., 2012) y el generador de energía, asociado a una ATPasa de membrana (Passero et al., 2022). Estos blancos de acción han sido descritos en diversos artículos científicos, periodísticos y pedagógicos (Shukla et al., 2006; Tran-Nguyen et al., 2017; Barceló et al., 2014; 2017; Pérez, 2013; Pérez et al., 2018).

A diferencia de la curcumina, el 8PP tiene mayor actividad antimicrobiana por sí mismo, lo cual permite que ejerza una doble acción claramente detectable (Peralta et al. 2012; Pérez et al., 2018).

Cúrcuma y curcumina

La cúrcuma, conocida vulgarmente como azafrán de la India, es un condimento ocre utilizado en distintas comidas a base de arroz y también en infusiones. Está contenido en los rizomas o tallos subterráneos de la planta *Curcuma longa*, que es nativa de la India y crece en el Sudeste de Asia. .. *longa* pertenece a la familia de las Zingiberaceae, que incluye también al jengibre (Figura 1). En la India es ampliamente utilizada en elaboración de comidas y bebidas, ceremonias religiosas, tintura de telas, etc.



FIGURA 1.
Curcuma longa L. (familia Zingiberaceae). Fotografía de la planta (A) y flor (B)
Fuente: Saiz de Cos y Pérez-Urria (2014).

En medicina tradicional se ha usado desde milenios para favorecer los procesos digestivos y el funcionamiento del hígado; también como antiinflamatorio en artritis y otras patologías, en tratamiento de infecciones, fiebre, etc. Tiene gran potencial terapéutico y está en estudio científico en relación con el cáncer, inflamación y Alzheimer, entre otros trastornos médicos (González-Albadaje et al., 2015).

En Argentina y otros países existen preparados que contienen extractos secos de cúrcuma en forma de cápsulas. Otras formas farmacéuticas contienen uno de sus principales compuestos activos: la curcumina, que ha sido estudiada en forma científica por investigadores de distintas disciplinas. Como ejemplo, el gel de curcumina se utiliza en odontología para tratar aftas y periodontitis (Li et al., 2021).

Un dato científico interesante es que la curcumina coopera con medicamentos conocidos, como el fluconazol y la anfotericina, para disminuir el crecimiento de hongos que producen infecciones en seres humanos. Este hecho reviste particular importancia en las especies que se han hecho resistentes a los medicamentos antimicóticos citados. En tal contexto, el resultado es que revierten la resistencia y permiten recuperar medicamentos que son valiosos para tratar micosis.

La curcumina también inhibe las bombas ABC expulsoras de fluconazol con la consiguiente reversión de resistencia (Sharma et al., 2009), en forma no competitiva, lo cual implican un mecanismo de acción distinto al descrito sobre el 8PP anteriormente y todavía no bien dilucidado.

ACTIVIDAD DOCENTE INNOVADORA

Objetivos

En función de lo anteriormente expuesto, se proponen los siguientes objetivos:

- Desarrollar una actividad docente innovadora que incluya formación y difusión científica.
- Divulgar conocimientos sobre la etiología y tratamiento farmacológico de las candidiasis, de acuerdo con una selección de conocimientos brindados en docencia universitaria. Ver sección *Modo de trabajo*.
- Comunicar algunos avances científicos de la UBA y otros centros acerca de la búsqueda de potenciales medicamentos antimicóticos de origen vegetal. Ver sección *Información científica a difundir*.
- Enseñar técnicas de laboratorio utilizados en la investigación científica en el área de la farmacología, particularmente relacionadas con la detección de actividad antimicrobiana. Ver sección *Trabajos prácticos*.
- Estimular el interés del estudiantado por la ciencia, sus fundamentos y aplicaciones en la vida cotidiana. Ver sección *Modo de trabajo*.

Conocimientos previos. Estos fueron seleccionados de los programas de las siguientes materias escolares:

Biología. Clasificación, características y organización celular de los seres vivos. Membrana plasmática, composición química y funciones. Mecanismos de pasaje a través de esta; transporte activo y pasivo. Generación de energía celular.

Química. Tipos de uniones químicas. Compuestos orgánicos. Biomoléculas: proteínas, estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Enzimas. Transportadores.

Metodología utilizada en la actividad docente innovadora

Como en trabajos docentes innovadores anteriores (Pérez et al., 2018), y a fin de continuar la secuencia pedagógica basada sobre el temario conductor de los trabajos científicos con un alumnado de similares características, se diseñaron clases teóricas y prácticas destinadas al estudiantado que en esa época estaba cursando 1º, 2º o 4º año en el Colegio n° 5 Monseñor Angelelli (Distrito escolar 15) del Ministerio de Educación de la ciudad de Buenos Aires. Los trabajos se realizaron en el laboratorio y aulas del colegio a razón de un promedio de 4 horas semanales durante 4 semanas.

Se tomó como punto de partida los conocimientos previos que el alumnado tenía en relación con el tema a tratar y se comunicaron en forma adecuada algunos hallazgos científicos recientes, como se especifica en la sección *Información científica a difundir*.

Desde el punto de vista pedagógico, y al igual que en actividades anteriores (Pérez et al., 2003b; 2018), se aplicaron distintos procedimientos de la enseñanza de las ciencias experimentales, como planteamiento

de problemas, propuestas de soluciones, selección de métodos de concreción, experimentación, análisis e interpretación de resultados (Grinchpum y Gómez, 2004; Krum de NiKolaus, 1999; Pérez et al., 2018).

A fin de promover el método científico, se incentivó en el alumnado la observación, registro de datos, interpretación, análisis, discusión y conclusiones. Se tomaron los recaudos de bioseguridad necesarios para prevenir daños y lesiones en la población estudiantil (Jamison et al., 1996).

Actividades docentes desarrolladas

Clases teóricas

De la misma forma que en experiencias anteriores (Pérez et al., 2018), se realizó una indagación de conocimientos previos del alumnado para luego introducirlos en el tema. Así, se realizó una selección e integración de conocimientos de las asignaturas de biología (I y II, 1° y 2° año, respectivamente) y química (4° año). Luego se añadieron contenidos de microbiología y farmacología, necesarios para entender, en un paso subsiguiente, algunos datos científicos generados por personas investigadoras del exterior (Sharma et al., 2009) o de la Universidad de Buenos Aires y el CONICET (Peralta et al., 2012; Barceló et al., 2017).

Se planteó el tema central como un problema a resolver, siguiendo esquemas de Grinchpum y Gómez (2004). Este mismo abarcó infecciones comunes en adolescentes, como las micosis cutáneas y mucosas, en particular las candidiasis. Se exploraron distintos aspectos, entre ellos tratamientos farmacológicos y técnicas utilizadas en laboratorios, principalmente cultivos de microorganismos y detección de actividad antimicrobiana. Se informó sobre el desarrollo de resistencia a medicamentos, sus mecanismos y la importancia de continuar investigando para revertirla; a continuación, se ilustró esto con hallazgos recientemente publicados en medios científicos y periodísticos (Sharma et al., 2009; Peralta et al. 2012; Pérez et al., 2013; Barceló et al. 2017).

Trabajos prácticos de laboratorio

1. Práctica de procedimientos en condiciones de asepsia, acorde a las recomendaciones para laboratorios de microbiología y química (Jamison et al., 1996).
2. Preparación de un medio de cultivo sólido agar nutritivo (31 g/l agua destilada). Se esterilizó este en autoclave y luego se fraccionó en varios tubos de ensayo en forma de pico de flauta, a fin de realizar cultivo en tubo inclinado.
3. Preparación de medio de cultivo líquido YPD. Pesar y colocar en un vaso de precipitado 10 g de extracto de levadura, 10 g de glucosa y 20 g de peptona; suspender y mezclar con varilla de vidrio, utilizando volúmenes crecientes de agua hasta completar 1 litro de esta. Esterilizar en autoclave.
 - Cultivo de microorganismos. Dado que *Candida albicans* es un microorganismo riesgoso para la salud, para ilustrar algunas de sus características en forma biosegura se recurrió nuevamente a una especie inocua que tiene similitudes morfológicas y fisiológicas, como la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), la cual es ampliamente utilizada como herramienta en investigación científica y pedagogía (Sharma et al., 2009; Pérez et al., 2009; 2018), como también en elaboración de alimentos y bebidas.
 - Preparación de soluciones y suspensiones de distintos compuestos: alcohol, lavandina, solventes, fluconazol, levadura de cerveza, cúrcuma y agar.
 - Alcohol para uso antiséptico y desinfectante: etanol 70 %. Mezclar 760 ml etanol 96° (forma farmacéutica comercial) + 300 ml agua destilada (Figura 3).

- Lavandina para uso desinfectante. Mezclar 100 ml lavandina concentrada comercial + 300 ml agua.
- Mezcla de solventes para fluconazol: dimetilsulfóxido (DMSO) + agua destilada (1+ 5) volúmenes. El DMSO se combina con agua para facilitar la disolución de compuestos poco hidrosolubles (Peralta et al., 2012; Barceló et al., 2017; Muthular et al., 2019; Passero et al., 2022).
- Serie de diluciones del fluconazol. Preparar una solución madre de 3 mg de fluconazol por ml de la mezcla de solventes DMSO/agua destilada (1+ 5) volúmenes. A partir de ellas se preparan 3 soluciones hijas por dilución 1/10 v/v en el mismo solvente mixto. Rotular los tubos resultantes como 1, 2, 3 y 4 (ver Tabla 1 y Figura 4).

TABLA 1
Grilla para preparación de soluciones de fluconazol a distintas concentraciones

Concentración de fluconazol	n° tubo	Fluconazol	Solvente
		Volumen (µl)	
3 mg/ml	1		
0,3 mg/ml	2	100 FCZ 1	900
0,03 mg/ml	3	100 FCZ 2	900
0,003 mg/ml	4	100 FCZ 3	900

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La solución 1 se prepara utilizando 3 mg de fluconazol por ml de la mezcla de solventes DMSO/agua (5 + 1) volúmenes. Los volúmenes están expresados como microlitros.

- Sacarosa: sacarosa en concentración 4 g/100 ml de agua.
- Levadura de cerveza: 3 mg de levadura de cerveza por ml de solución anterior de sacarosa en concentración 4 g/100 ml agua (Figura 2).
- Cúrcuma: 6 mg de cúrcuma por ml de agua destilada (además de carecer de sustancias que puedan interferir en los métodos de laboratorio utilizados, imita el uso alimentario común) y 6 mg por ml de la mezcla de solventes DMSO/agua destilada (1+ 5) vol.



FIGURA 2.
Cúrcuma, levadura de cerveza y sus preparados

Fuente: Elaboración propia.

- 8PP. Mostración de soluciones utilizadas en la UBA (Figura 3).

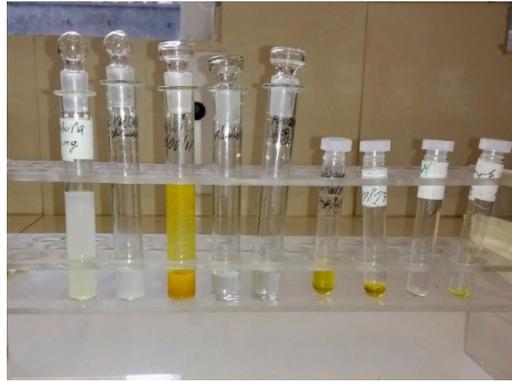


FIGURA 3

Suspensiones de levadura de cerveza y cúrcuma, soluciones de alcohol y 8PP (tubos pequeños, líquido amarillo)

Fuente: Elaboración propia.

4) Detección del efecto de distintas sustancias sobre el crecimiento de levaduras *S. cerevisiae*.

Pasos:

Día 1).

- **Cultivo de levaduras en medio líquido de agua y sacarosa.** Suspender 3 mg de levadura de cerveza por ml de solución de sacarosa 4 g/100 ml agua. Mezclar varias veces e incubar durante 20 minutos aproximadamente.
- **Siembra de levaduras en medio sólido de agar nutritivo.** Tomar parte de la suspensión anterior con un ansa o hisopo y esparcirla sobre el agar previamente colocado en pico de flauta en tubos de vidrio (ver sección Trabajos prácticos, 2). Incubar hasta el día siguiente y observar el crecimiento de microorganismos (alrededor de 20 h).

Día 2).

- **Preparación del inóculo de levaduras en medio líquido YPD.** Tomar una ansada del cultivo de levaduras y suspender en 3 ml de YPD. Incubar con agitación repetida periódicamente hasta el día siguiente durante 20 h aproximadamente.

Día 3).

- **Incubación de levaduras con curcumina, lavandina y fluconazol.** Diluir 1/10 v/v con medio YPD y el inóculo obtenido el día anterior. Colocar el inóculo resultante en tubos y agregar los demás preparados según el esquema de la Tabla 2. Luego cultivar los tubos hasta el día siguiente a temperatura ambiente durante 18-22 h.

TABLA 2
Grilla para la determinación del efecto de compuestos sobre el crecimiento in vitro de *Saccharomyces cerevisiae* (levadura de cerveza)

Muestra	n° tubo	Solvente	Curcumina	Lavandina comercial	FCZ	YPD	Levadura cerveza	
		Volumen (µl)						
Control	1, 2, 3	100					900	
Blanco	4, 5, 6	100				900		
Curcumina	7, 8, 9		100				900	
Lavandina	22, 23, 24			100			900	
FCZ 1	10, 11, 12				100		900	
FCZ 2	13, 14, 15				100		900	
FCZ 3	16, 17, 18				100		900	
FCZ 4	19, 20, 21				100		900	

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Utilizar como preparado de levadura de cerveza el inóculo descrito en la sección Trabajos prácticos, día 3. Solvente: mezcla de DMSO + agua (5 + 1) volúmenes. Los volúmenes están expresados como microlitros (µl). Incubar los tubos hasta el día siguiente (18-22 h).

Día 4).

- **Observación de turbidez en los tubos**, como medida del desarrollo de microorganismos. Hacer una evaluación semicuantitativa de los resultados.



FIGURA 4.
Desarrollo de turbidez por crecimiento de levaduras. Resultados del alumnado

Fuente: Elaboración propia.

A grandes rasgos, la observación de los resultados obtenidos por el alumnado usando *S. cerevisiae* indica que el fluconazol, la curcumina y el 8PP inhiben el crecimiento de *S. cerevisiae*, por lo cual se observa menor turbidez (Figura 4). Esto era esperable, ya que el citado microorganismo es sensible a la curcumina, el fluconazol y el 8PP (Sharma et al., 2009; Peralta et al., 2012). Cabe destacar que los materiales resultantes del trabajo del alumnado son menos prolijos y precisos que los siguientes –realizados en la UBA– (Figura

5), debido a su menor pericia en trabajos de laboratorio y a la diferencia de procedimientos utilizados con respecto a las de las personas investigadoras científicas profesionales.

5) **Mostración de materiales y procedimientos de laboratorios de microbiología y farmacología.** Se explicó someramente las técnicas utilizadas a través de medios audiovisuales. Para mostrar cómo se visualiza la actividad inhibitoria de sustancias sobre cultivos líquidos en laboratorios científicos, se mostraron fotografías ilustrativas de microplacas de 96 cavidades (Figura 5). Este material provino de la UBA y fue realizado mediante métodos descritos previamente utilizando *Candida albicans* (Peralta et al. 2012, Barceló et al., 2017). Se hizo únicamente mostración de resultados por razones de bioseguridad, al ser *C. albicans* un microorganismo peligroso para manipular en el medio escolar, como se consignó anteriormente.

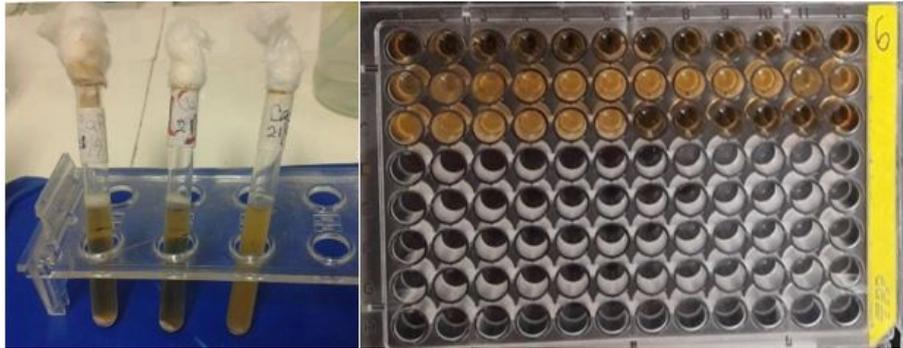


FIGURA 5.

Desarrollo de levaduras en medio líquido (izquierda). Efecto de sustancias sobre el crecimiento de levaduras en microplaca de 96 cavidades (derecha)

Fuente: Elaboración propia.

Se mide la turbidez de los cultivos a través de la absorbancia a 540 nm con un espectrofotómetro MicroQuant, Winooski, VT, USA, alojados en la UBA u otros centros científicos (Peralta et al., 2012; Barceló et al., 2017).

6) **Análisis de datos y cálculo de la concentración inhibitoria 50 % (CI₅₀) del fluconazol, 8PP y su combinación en *Candida albicans* resistente al fluconazol.** Se mostraron ejemplos de datos relacionados con el material experimental mostrado en el apartado 5), graficados en la Figura 6.

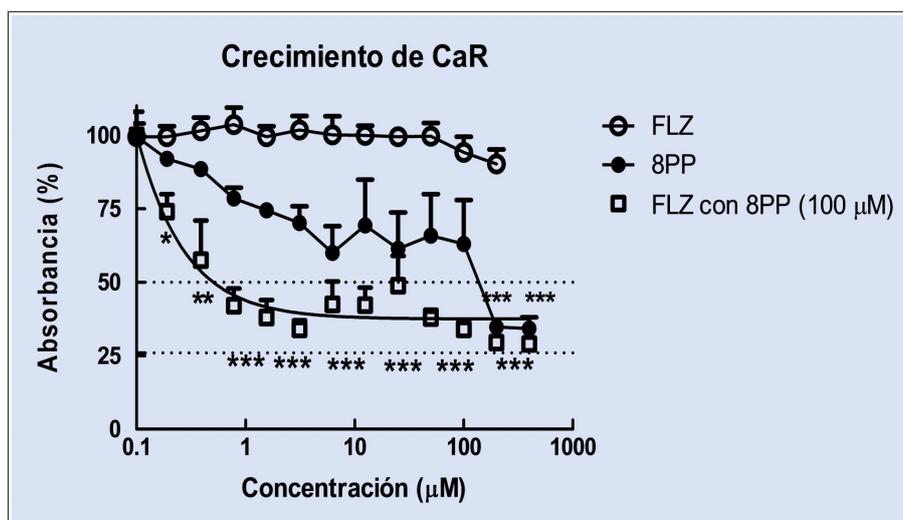


FIGURA 6.

Curvas de concentración-respuesta al fluconazol, 8PP y su combinación, en *Candida albicans* resistente al fluconazol

Fuente: Figura tomada de Peralta et al. (2012), con adaptación propia.

En la Figura 6 se muestran datos de experimentos realizados en la UBA y publicados en 2012. En la ordenada se representa la absorbancia como medida del crecimiento de *Candida albicans* y en la abscisa la concentración de fluconazol, 8PP o su combinación, según lo especificado por sus símbolos. Se observa que el fluconazol no produce cambios significativos en el crecimiento de *Candida albicans* (porque esta es resistente al fluconazol). En cambio, a las mismas concentraciones el 8PP inhibe el crecimiento y la combinación de fluconazol con una concentración constante de 8PP produce un efecto mayor que la del fluconazol solo. Esto demuestra una cooperación del 8PP con el fluconazol.

El alumnado analizó el gráfico y calculó, por intercepción en los gráficos concentración-respuesta, la CI_{50} considerando que esta se define como la concentración de un compuesto que inhibe en 50 % la respuesta del control conducido en su ausencia.

7) **Interpretación de datos experimentales y discusión de resultados científicos.** Se reflexionó sobre el potencial significado médico de los hallazgos científicos. Se recurrió a la sección *Información científica a difundir*.

8) **Evaluaciones y coloquio.** Como en anteriores trabajos (Pérez et al., 2018), el alumnado fue examinado respecto de los temas desarrollados. Adicionalmente, en un coloquio expusieron sus impresiones acerca de la experiencia.

Materiales utilizados

Como en actividades anteriores (Pérez et al., 2018), se usaron materiales apropiados para los trabajos prácticos:

- Material didáctico: pizarrones, láminas, fotografías y videos proyectados a través de medios audiovisuales.
- Material experimental: medios de cultivo de microorganismos YPD y agar nutritivo; azúcar común (sacarosa); fluconazol; etanol; lavandina; materiales de origen vegetal cúrcuma y 8PP.
- Material fungible: se utilizó, en la medida de lo posible, material de plástico, como tubos, pipetas, gradillas, vasos de precipitado, marcadores, etc.

- Equipamiento: computadoras, proyectores de láminas y videos, mecheros, agitadores mecánicos, etc.
- Instalaciones: laboratorios y aulas de la Escuela Monseñor Angelelli de la ciudad de Buenos Aires (GCBA).
- Microorganismos: hongos (levadura de cerveza, *S. cerevisiae*).

RESULTADOS

Aportes pedagógicos

A modo de ampliación de las actividades docentes innovadoras englobadas en la serie pedagógica *De la universidad a la escuela* (Pérez et al., 2003b; 2018), se continuó acercando la ciencia a instituciones educativas. En este caso, se trabajó en un colegio secundario sobre temas relacionados con micosis comunes en adolescentes (Mejía-Arango et al., 2013), su tratamiento farmacológico, la resistencia de los microorganismos a medicamentos y las estrategias científicas para resolverla (Gumbo, 2011; Peralta et al., 2012). Desde el punto de vista sanitario, y siguiendo recomendaciones de la OMS (1989), las actividades promovieron el cuidado de la salud, al propagar valores entre el alumnado, sus familias y personas allegadas dentro de la comunidad educativa.

A fin de fomentar la atención del alumnado, se seleccionaron y relacionaron conocimientos de materiales de interés alimentario cotidiano y potencialmente terapéutico. Se partió de la cúrcuma –una especia que reúne las dos categorías mencionadas– y se la comparó con un compuesto aislado de una planta local, clasificado en la segunda. Anteriormente se habían seleccionado materiales que tienen uso alimentario y son además fuentes de potenciales medicamentos. Entre ellos, las cáscaras de naranja dulce, cacao, té, algarrobo, granos de cereales, condimentos, etc. (Pérez et al., 2003a, 2003b; 2005; 2008; 2013).

En consonancia con las estrategias didácticas innovadoras, se trató de fomentar el diálogo entre alumnado y docentes, a fin de incentivar la investigación, exploración, juicio crítico y aprendizaje.

Como en experiencias anteriores (Pérez et al., 2003b; 2005; 2008; 2013; 2018), el alumnado participó activamente en procesos de asociación de conocimientos de las materias de biología y química, con los de las disciplinas universitarias microbiología y farmacología, además de los provenientes de trabajos científicos recientes. La transposición didáctica mediante la *curricula* escolar se enriqueció en relación con disciplinas afines a la medicina y la bioquímica. Más aún, se continuó en el desarrollo de propuestas innovadoras para la enseñanza de la biología y la química, con apertura a la investigación científica.

El alumnado continuó con oportunidades de acceder y experimentar con ejemplos de ciencia real, que difiere de la escolar en sus objetivos y enfoques. En este sentido, se promovió la formación de hábitos y criterios de esta, los cuales conforman pilares esenciales de la educación al generar una apertura mental basada sobre la observación, el razonamiento, la rigurosidad y la proyección a distintos ámbitos (Giordan y Sanmartino, 2004). Estas consideraciones adquieren mayor relevancia si se tiene en cuenta que al mencionado establecimiento asisten estudiantes provenientes de contextos sociales y económicos que presentan ciertas dificultades para acceder a recursos didácticos y materiales que faciliten el aprendizaje.

El alumnado recibió esta propuesta de manera entusiasta, mostrando asombro y curiosidad por cada una de las actividades, a pesar de la reticencia propia de las personas adolescentes. Al igual que en la experiencia anterior (Pérez et al., 2018), las notas de examen, comprendidas entre 6 y 10, fueron más altas que las habituales en las materias relacionadas. Según lo consignaron en coloquios, les encantó la aplicación del tema estudiado al mundo cotidiano, particularmente en relación con la salud y la medicina.

Esta propuesta se agrega a las anteriores de la serie *De la universidad a la escuela* (Pérez et al., 2003b; 2018) en calidad de extensión de la labor de la Universidad de Buenos Aires hacia otros sectores sociales, en este caso escuelas secundarias. Como es conocido, el contacto fluido entre universidades y escuelas tiene larga data

en países europeos y sigue fomentado en la República Argentina (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1997; Rietti, 1999; Jaim-Etcheverry, 2001).

En el ámbito exclusivamente universitario, la relación entre ciencia y docencia cobra también particular relevancia porque integra dos de sus funciones primordiales y continúa siendo incentivada a través del tiempo. En este tipo de experiencias interactivas, que propician la formación científica, el alumnado comenta que le resulta desafiante, pero a la vez enriquecedor el ejercicio mental y técnico involucrado, tanto para su futuro desempeño en campos profesionales, como personales o culturales (Pérez et al., 2018; Pérez, 2022b). En el alumnado de esta experiencia, la educación científica aquilatada sería capitalizada como valor personal y cultural, con proyección de fomento de vocaciones científicas a encauzar en el futuro.

En un contexto social, la educación científica y tecnológica cobra particular relevancia dado que la difusión de avances científicos es crucial para afrontar el devenir de los constantes desafíos mundiales (Giordan y Sanmartino, 2004; UNESCO, 1999, Libedinsky, 2001). En efecto, tales avances tuvieron gran aplicación en tiempos de pandemia de COVID-19. Desde el punto de vista sanitario, la investigación sobre la caracterización de la virosis, elaboración de vacunas, entre otros medicamentos, meritoria por su calidad y corto tiempo de desarrollo, fueron cruciales para tratar de controlar la pandemia (Pérez, 2022a; The Lancet COVID-19 Commission, 2022).

Respecto de la comunicación de la ciencia, la difusión de información actualizada, recomendaciones y recaudos derivados de ella fueron clave para incentivar comportamientos sociales útiles en el control de la epidemia. Como estrategias de comunicación, se promovieron las actividades virtuales por razones de bioseguridad. Se programaron reuniones educativas, científicas y artísticas virtuales, que comprometieron crucialmente las tecnologías informáticas y el aprendizaje requerido para utilizarlas. El análisis de los resultados obtenidos condujo a cambios culturales, como la recomendación por parte de instituciones educativas y científicas de conservar al menos algunas de las prácticas, procedimientos y materiales digitales utilizados, debido a su importante contribución, aún en situaciones de sanidad (Centro de Innovación Tecnológica y Pedagógica, 2022a; 2022b; 2022c).

El trabajo aquí reportado divulga información sobre otro tipo de infecciones, las micosis, de gran relevancia actual (Kim y Sudbery, 2011). De la misma forma que se consideró sobre COVID-19, es importante conocer para aprender del pasado y afrontar el futuro, tanto desde el punto de vista sanitario como cultural y social (Carbonetti, 2021).

CONCLUSIONES

Este trabajo hace aportes a la educación científica y tecnológica en el marco de la serie *De la Universidad a la escuela*, que se recomendaría continuar dados los reconocimientos nacionales e internacionales que ha recibido. Actualmente se está trabajando en una actividad innovadora relacionada con el efecto del 8PP sobre la ATPasa asociada a los transportadores cdr, de acuerdo con hallazgos científicos recientes (Passero et al., 2022).

Luego se agregarán nuevas propuestas docentes innovadoras, conforme se vayan obteniendo nuevos resultados científicos relacionados con los temas tratados. . Por otra parte, se exhorta a los demás docentes e investigadores a continuar con estas tareas en beneficio de la comunidad educativa y sanitaria.

AGRADECIMIENTOS

Al director de la Escuela “Monseñor Angelelli”, Profesor Bernardo Politi, por incentivar estas actividades.

REFERENCIAS

- Barceló, S., Peralta, M., Ortega, M. G., Cabrera, J. L. y Pérez, C. (2014). Interacciones moleculares de un flavonoide prenilado con transportadores de antimicóticos dependientes de ATP. S. *Revista de la Facultad de Odontología (UBA)*, 29(66), 26-36. https://www.researchgate.net/publication/316587423_Interacciones_moleculares_de_un_flavonoide_prenilado_con_transportadores_de_antimicoticos_dependientes_de_ATP
- Barceló, S., Peralta, M., Calise, M., Finck, S., Ortega, G., Diez, R., Cabrera, J. L. y Pérez, C. (2017). Interactions of a prenylated flavonoid from *Dalea elegans* with fluconazole against azole-resistant *Candida albicans*. [Interacciones de un flavonoide prenilado de *Dalea elegans* con fluconazol en *Candida albicans* resistente a azoles]. *Phytomedicine*, 32, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.05.001>
- Cafaratti, M., Ortega, M. G., Scarafia, M. E., Ariza-Espinar, L. y Juliani, H. (1994). Prenylated flavanones from *Dalea elegans*. [Flavanonas preniladas de *Dalea elegans*]. *Phytochemistry* 36, 1083-1084. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90498-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90498-9)
- Carbonetti, A. (2021). Gripe española y coronavirus en Argentina: leer el pasado y entender el presente. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 28, 307-311. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702021000100017>
- Centro de innovación en tecnología y pedagogía [CITEP]. (2022a). *Universidad de Buenos Aires. Taller de Producción, Uso y creación de materiales audiovisuales en el aula (virtual en línea abril de 2022)*.
- Centro de innovación en tecnología y pedagogía [CITEP]. (2022b). *Universidad de Buenos Aires. Curso Bootcamp virtual: ambientes de experimentación para el diseño de clases transformadoras (virtual 11 de mayo al 14 de junio de 2022)*.
- Centro de innovación en tecnología y pedagogía [CITEP]. (2022c). *Universidad de Buenos Aires. Jornadas de intercambio: Experiencias educativas reconfiguradas en el Nivel Superior (virtual y presencial, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 19 al 30 de septiembre de 2022)*.
- Elingold, I., Isollabella, M. P., Casanova, M. B., Celentano, A. M., Pérez, C., Cabrera, J. L., Diez, R. A. y Dubin, M. (2008). Mitochondrial toxicity and antioxidant activity of a prenylated flavonoid isolated from *Dalea elegans*. [Toxicidad mitocondrial y actividad antioxidante de una flavanone prenilada aislada de *Dalea elegans*]. *Chemico-biological interactions*, 171(3), 294-305.
- Giordan, A. y Sanmartino, M. (2004). Educación científica y tecnológica: ¿por qué y para qué? *Novedades educativas*, 163, 30-32, <https://isfd64tecnologia.files.wordpress.com/2011/05/educacion-cientifica-y-tecnologica-por-que-y-para-que.pdf>
- González-Albadalejo, J., Sanz del Castillo, D., Claramunt-Vallespi, R. M., Lavandera-Díaz, J. L., Alkorta-Osoro, I. y Elguero-Bertolini, J. (2015). Curcumina y curcuminoides: química, estudios estructurales y propiedades biológicas. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 4, 278-310, <https://bibliotecavirtual.ranf.com/es/consulta/registro.do?control=RANFE20200015161>
- Grinchpum, M. y Gómez, M. (2004). Las experiencias como problemas. Recursos y proyectos. *Ediciones Novedades Educativas*, 163, 39-396. <https://www.noveduc.com/coleccion?collectionId=8>
- Gumbo, T. (2011). General Principles of Antimicrobial Therapy. [Principios generales de la terapia antimicrobiana]. En L. L. Brunton, B. A. Chabner, B. C. Knollmann (Eds.). *The pharmacological basis of therapeutic*. (12a Ed.) (pp. 1161-1188). McGraw-Hill.
- Jaim-Etcheverry, G. (2001). *La tragedia educativa*. Fondo de Cultura Económica.
- Jamison, R., Noble, M. A., Proctor, E. M. y Smith, J. A. (1996). Cumulative techniques and procedures in Clinical Microbiology [Compilación de técnicas y procedimientos en Microbiología clínica]. En J. A. Smith (Coord.). *Laboratory safety in Clinical Microbiology*. (pp. 4-28), American Society for Microbiology.
- Kim, J. y Sudbery, P. (2011). *Candida albicans*, a major human fungal pathogen [Candida albicans, un patógeno fúngico humano primordial.]. *The Journal of Microbiology*, 49, 171-177. <https://doi.org/10.1007/s12275-011-1064-7>
- Krum de Nikolaus, S. (1999). *Los procedimientos en las Ciencias Naturales*. Ediciones La Obra S.A.

- Li Y., Jiao, J., Qi, Y., Yu, W., Yang, S., Zhang, J. y Zhao, J. (2021) Curcumin: A review of experimental studies and mechanisms related to periodontitis treatment. [Revisión de estudios experimentales y mecanismos relacionados al tratamiento de la periodontitis.]. *Journal Periodontal Research*, 56(5), 837-847. <https://doi.org/10.1111/jre.12914>
- Libedinsky, M. (2001). La innovación didáctica emergente. En *La innovación en la enseñanza. Diseño y documentación de experiencias de aula* (pp.59- 73). Editorial Paidós SAICF.
- Mejía-Arango, M. A., Santa-Vélez, C., Cadavid-Sierra, M., Vélez, I., colmenares, L., Restrepo-Jaramillo, B. N. y Cardona-Castro, N. (2013). Estudio etiológico y epidemiológico de las micosis cutáneas en un laboratorio de referencia-Antioquia-Colombia. *CES Medicina*, 27(1), 7-19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=261128621002>
- Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. (1997). La ciencia va a la escuela. *Zona Educativa*, 2(10), 43-43. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/monitor/Zona-educativa/Zona-educativa-1997-02-A2-N10.pdf>
- Muthular, M., Passero, P., Bálsamo, F., Jewtuchowicz, V., Miozza, V., Brusca, M. I. y Pérez, C. (2019). Efecto inhibitorio del dietilstilbestrol sobre aislamientos clínicos de *Candida albicans* sensibles y resistentes a los azoles [Inhibitory effect of diethylstilbestrol on clinical strains of *Candida albicans* susceptible and resistant to azoles]. *Rev Iberoam Micol.*, 36(3), 115-119. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130140619300312?via%3Dihub>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (1989). *Educación para la salud: Manual sobre educación sanitaria en atención primaria de salud*. Ginebra, Suiza.
- Passero, P., Muthular, M., Barceló, S., Miozza, V. y Pérez, C. (2022). Inhibition of azole-resistant *Candida albicans* ATPase and oxidoreductase activity by a flavonoid from *Dalea elegans* [Inhibición de la actividad ATPasa y oxido-reductasa por un flavonoide de *Dalea elegans*]. *Journal of Medical Mycology*, 32(2), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2022.101247>
- Peralta, M. A., Calise, M., Fornari, C., Ortega, M. G., Diez, R. A., Cabrera, J. L. y Pérez, C. (2012). A prenylated flavanone from *Dalea elegans* inhibits rhodamine 6G efflux and reverses fluconazole resistance in *Candida albicans* [Una flavanona prenilada de *Dalea elegans* inhibe el flujo de rodamina 6G y revierte la Resistencia al fluconazol en *Candida albicans*]. *Planta Medica*, 78(10), 981-987. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298627>
- Peralta, M. A., da Silva, M. A., Ortega, M. G., Cabrera, J. L. y Paraje, M. G. (2015). Antifungal activity of a prenylated flavonoid from *Dalea elegans* against *Candida albicans* biofilms [Actividad antifúngica de un flavonoide prenilado de *Dalea elegans* contra biopelículas de *Candida albicans*.] *Phytomedicine*, 22(11), 975-980. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.07.003>
- Peralta, M. A., Ortega, M. G., Cabrera, J. L. y Paraje, M. G. (2018). The antioxidant activity of a prenyl flavonoid alters its antifungal toxicity on *Candida albicans* biofilms [La actividad antioxidante de un prenylflavonoide altera su actividad antifúngica em biofilmes de *Candida albicans*.] *Food and Chemical Toxicology*, 114, 285-291. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.042>
- Pérez, C. (2013). *La emulación de estrategias de las plantas permitiría luchar contra microorganismos resistentes que infectan a los humanos*. P. ARGENPRESS.info. https://www.researchgate.net/publication/316599705_La_emulacion_de_estrategias_de_las_plantas_permitiria_luchar_contra_microorganismos_resistentes_que_infectan_a_los_humanos
- Pérez, C. (2022a). Participación de las respuestas inmunes en el control de la COVID-19. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 43(1), 11-24. <https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.918>
- Pérez, C. (2022b, 19-30 de septiembre). *Recursos didácticos virtuales asociados a la enseñanza de la farmacología*. (comunicación n° 61). [Sesión de Congreso]. Jornadas de intercambio: Experiencias educativas reconfiguradas en el Nivel Superior. Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Pérez, C., Tiraboschi, I. N., Ortega, M. G., Agnese, A. M. y Cabrera, J. L. (2003a). Further antimicrobial studies on 2',4'-dihydroxy-5'-(1''-dimethylallyl)-6'-prenylpinocembrin from *Dalea elegans*. [Estudios antimicrobianos adicionales sobre la 2',4'-dihidroxi-5'-(1''-1''-dimetilalil)-6'-prenilpinocembrina]. *Pharmaceutical Biology*, 41(3), 171-175. <https://doi.org/10.1076/phbi.41.3.171.15090>

- Pérez, C., Pagnotta, A. M. y Rulli, F. (2003b). Novedades científicas en el aula. *Novedades Educativas*, 151, 8-10.
- Pérez, C., Pagnini, A. M. y Rulli, F. (2005). Extensión universitaria: Socialización de conocimientos científicos en una escuela de alto riesgo pedagógico. Aplicaciones farmacológicas de las cáscaras de naranja. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(5), 1-9. <https://doi.org/10.35362/rie3652799>
- Pérez, C., Tosto, M. T. y Rulli, F. (2008). *Niños investigadores. Comunidad escolar* 838. <http://comunidad-escolar.pntic.mec.es/838/experi.html>
- Pérez, C., Tiraboschi, I., Keller, G., Diez, R. y Di Girolamo, G. (2009). *Formación y difusión científica en la enseñanza de la farmacología*. [Sesión de Congreso]. II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. La Plata, Argentina.
- Pérez, C., Flores, T., Pagnotta, A. M. y Rulli, F. (2013). Oxidaciones en biología y farmacología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 233-241. <http://hdl.handle.net/10498/15118>
- Pérez, C., Farah, E. y Rulli, F. (2018). Cómo luchar contra microorganismos resistentes a medicamentos Difusión de conocimientos científicos en una escuela secundaria. *Revista Educación*, 42(2), 170-183. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v42i2.24246>
- Riatti, S. (1999). *Políticas de ciencia, tecnología y educación para la democratización del conocimiento. La perspectiva desde una política para la ciencia y el desarrollo educativo*. [Sesión de Congreso]. Jornadas .Ciencia para todos". Educación permanente: ciencia y tecnología para todos. Buenos Aires, Argentina.
- Saiz de Cos, P. y Pérez-Urria, E. (2014). Cúrcuma I (Curcuma longa L.). *Reduca (Biología)*. 7(2), 84-99.
- Sharma, M., Manoharlal, R., Shukla, S., Puri, N., Prasad, T., Ambudkar, S. V. y Prasad, R. (2009). Curcumin Modulates Efflux Mediated by Yeast ABC Multidrug Transporters and Is Synergistic with Antifungals [La curcumina modula el eflujo mediado por transportadores de múltiples drogas ABC en levaduras y muestra sinergismo con antimicóticos.] *Antimicrob. Agents and Chemother*, 53(8), 3256-3265. <https://doi.org/10.1128/AAC.01497-08>
- Shukla, S., Rai, V., Banerjee, D. y Prasad, R. (2006). Characterization of Cdr1p, a major multidrug efflux protein of *Candida albicans*: purified protein is amenable to intrinsic fluorescence analysis. [Caracterización de la Cdr1p, una proteína de eflujo primordial en *Candida albicans*.] *Biochemistry*, 45(7), 2425-2435.
- The Lancet COVID-19 Commission. (2022, September 15). *The Lancet COVID-19 Commission Report Launch* [video]. YouTube. [Lanzamiento del informe de la Comisión de COVID-19 de La Lanceta] [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=tm6zFzQPHP4>
- Tran-Nguyen, V. K., Prasad, R., Falson, P. y Boumendjel, A. (2017). Modulators of the Efflux Pump Cdr1p of *Candida albicans*: Mechanisms of Action and Chemical Features [Moduladores de las bombas de eflujo Cdr1p de *Candida albicans*.] *Current Medicinal Chemistry*, 24(30), 3242-3253. <https://doi.org/10.2174/0929867324666170523102244>
- UNESCO. (1999, 18 de agosto). Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico y Programa en Pro de la Ciencia: Marco General de Acción. [Conferencia]. Conferencia mundial sobre "La ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso". https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994_spa

INFORMACIÓN ADICIONAL

Cómo citar: Pérez, C. y Farah, E. (2023). Infecciones, curcumina y 8PP: educación y divulgación científica en laboratorios escolares. *Revista Educación*, 47(1). <http://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51672>