



ORIGINAL

# Módulo de promoción del uso responsable de antimicrobianos en Odontología: diseño instruccional guiado por la teoría de carga cognitiva

*Module for promoting responsible antimicrobial use in Dentistry: instructional design guided by cognitive load theory*

Lorena Isbej, DDS, MA<sup>a,b,c</sup>✉, Natacha Oyarzo, DDS<sup>a,c</sup>, Claudia Véliz, DDS, MSc<sup>a</sup>, Juan Carlos Ríos, MSc, PhD<sup>c,d</sup>.

<sup>a</sup> Escuela de Odontología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

<sup>b</sup> School of Health Professions Education (SHE), Maastricht University. Maastricht, The Netherlands.

<sup>c</sup> Programa de Farmacología y Toxicología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

<sup>d</sup> Departamento de Laboratorios Clínicos, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### **Historia del Artículo:**

Recibido: 11 04 2024

Aceptado: 28 08 2024

### **Keywords:**

Medical Education; Dentistry; Antimicrobials; Drugs Resistance; Cognitive Load Theory; Instructional Design.

### **Palabras clave:**

Educación Médica; Odontología; Antimicrobianos; Resistencia a Fármacos; Teoría Carga Cognitiva; Diseño instruccional.

## RESUMEN

**Introducción:** Entre el 30% y el 50% de las prescripciones anuales de antimicrobianos son incorrectas o innecesarias, potenciando el desarrollo de resistencia bacteriana. Se ha propuesto enfatizar su uso responsable en pregrado. Sin embargo, los docentes generalmente no manejan estrategias efectivas para ello.

**Objetivos:** i. Desarrollar el diseño instruccional, guiado por la teoría de carga cognitiva, de un módulo de enseñanza-aprendizaje para la promoción del uso responsable de antimicrobianos. ii. Evaluar el impacto educacional del módulo en estudiantes de tercer año de odontología.

**Métodos:** Investigación-acción y metodología mixta en cuatro fases: i. identificación de necesidades y objetivos de aprendizaje; ii. diseño instruccional guiado por la teoría de carga cognitiva; iii. implementación del módulo y; iv. evaluación del impacto educacional en los estudiantes utilizando encuestas de satisfacción, autorreportes de alcance de objetivos de aprendizaje y de una prueba pre-post de conocimientos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo y analítico (test Wilcoxon) y de contenido cualitativo.

**Resultados:** Se diseñó un módulo de antimicrobianos en Canvas (LMS), asignando tiempo protegido para estudio y una jornada presencial. Se evaluó el impacto educacional en 48 estudiantes. La encuesta de satisfacción reportó resultados positivos en sus 10 ítems (mínimo 81,3%). Tanto los resultados de autorreportes de alcance de 7 objetivos de aprendizaje como de la prueba pre-post de 18 preguntas fueron estadísticamente significativos ( $p<0,001$ ).

**Conclusiones:** El diseño de este módulo podría servir de guía para promover el uso responsable de antimicrobianos, al mismo tiempo de lograr una mayor satisfacción con la experiencia y resultados de aprendizaje de los estudiantes.

✉ Autor para correspondencia

Correo electrónico: lisbeje@uc.cl

<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2024.08.004>

e-ISSN: 2531-0186/ ISSN: 0716-8640/© 2024 Revista Médica Clínica Las Condes.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



## ABSTRACT

**Introduction:** Aproximately 30% to 50% of annual antimicrobial prescriptions are inappropriate or unnecessary, enhancing the development of bacterial resistance. It has been proposed that the responsible use of antimicrobials in undergraduate programs be emphasized. However, teachers usually do not manage effective strategies for this purpose.

**Aims:** 1. Develop an instructional design, guided by the cognitive load theory, of a teaching and learning module to promote responsible use of antimicrobials 2. Evaluate the educational impact of the module on third-year Dental students.

**Methods:** Action research and mixed methodology in four phases. i. Identification of learning needs and outcomes; ii. Instructional design guided by cognitive load theory; iii. Module implementation; iv. Educational impact on students was evaluated using satisfaction surveys, self-reports of learning outcomes achievement and a pre-post knowledge test. Descriptive and analytical statistical analysis (Wilcoxon test) and qualitative content analysis were used.

**Results:** The antimicrobial module was designed in Canvas (LMS), allocating protected time for study and a classroom session. The educational impact was evaluated in 48 students. The satisfaction survey reported positive results on their 10 items (minimum 81.3%). The results of the self-reports of achievement of 7 learning outcomes and the pre-post test of 18 questions were statistically significant ( $p<0.001$ ).

**Conclusions:** The design of this module could serve as a guide to promote the responsible use of antimicrobials while achieving greater satisfaction with students' experience and learning outcomes.

## INTRODUCCIÓN

Los antimicrobianos son fármacos frecuentemente utilizados en odontología, siendo prescritos tanto para el tratamiento de infecciones odontogénicas y no odontogénicas, como para la profilaxis de infecciones en pacientes de alto riesgo (por la presencia de enfermedades sistémicas o por la complejidad del tratamiento odontológico)<sup>1</sup>. La prescripción de antimicrobianos en odontología, ya sea con fines profilácticos o terapéuticos, representa aproximadamente el 10% de las prescripciones de antimicrobianos a nivel mundial. Sin embargo, no siempre es adecuada, lo que conduce a un uso excesivo o incorrecto de estos fármacos<sup>2</sup>. Estudios publicados en Estados Unidos estiman que entre el 30% y el 50% de las prescripciones de antimicrobianos emitidas anualmente por profesionales de la salud son incorrectas o innecesarias<sup>3,4</sup>. Esta práctica contribuye a aumentar el riesgo de que diversos microorganismos desarrolleen mecanismos de resistencia<sup>5</sup>. Producto de ello, estos fármacos pierden su eficacia determinando que las infecciones sean más difíciles de tratar, aumentando el riesgo de morbi-mortalidad a nivel individual y comunitario<sup>6,7</sup>. En este contexto, la resistencia a los antimicrobianos ha sido reconocida como una de las principales amenazas para la salud pública global, impactando tanto en la salud humana, producción animal, agrícola y el medio ambiente<sup>6</sup>.

Una de las medidas propuestas para abordar la problemática del uso inadecuado de antimicrobianos es la inclusión de temas sobre su uso responsable en los currículos de formación de los profesionales de la salud<sup>7</sup>. Sin embargo, la integración de estos conte-

nidos y la transferencia de la teoría a la práctica suelen ser retos significativos, dado que el juicio clínico que deben desarrollar los estudiantes es una competencia compleja, que requiere estrategias de enseñanza-aprendizaje graduales y apropiadas para el nivel de formación del estudiante<sup>8</sup>. Algunos estudios indican que en general los docentes carecen de formación en estrategias eficaces para integrar la farmacología de los antimicrobianos en sus cursos<sup>9</sup> y como consecuencia, la prescripción de medicamentos se transforma en una de las actividades que más ansiedad genera en los estudiantes y en los profesionales de la salud que inician su carrera<sup>10</sup>.

En las últimas décadas, el diseño instruccional guiado por la teoría de carga cognitiva ha demostrado buenos resultados para optimizar la memoria de trabajo y maximizar el aprendizaje de contenidos complejos<sup>11</sup>. Esta teoría fue descrita por John Sweller en la década de los 80, como una teoría de diseño instruccional basada en varios aspectos de la arquitectura cognitiva humana. Se fundamenta en que toda la información nueva se procesa primero en una memoria de trabajo de capacidad y duración limitadas y a continuación se almacena en una memoria a largo plazo como "esquemas mentales" para su uso posterior. Una vez que la información se almacena en la memoria a largo plazo, los límites de capacidad y duración de la memoria de trabajo desaparecen, transformando nuestra capacidad de funcionamiento para esa tarea<sup>12</sup>.

En esta teoría se distinguen tres tipos diferentes de cargas que aportan a la carga cognitiva total: *intrínseca*, *extrínseca* y *relevante*

(también llamada pertinente)<sup>13,14</sup>. La *carga intrínseca* se refiere a la dificultad inherente de lo que se está aprendiendo, depende de la complejidad del contenido y del conocimiento previo del aprendiz. *Carga extrínseca* se denomina al esfuerzo cognitivo requerido para procesar la forma específica en que se presenta la información durante el aprendizaje, pero que no contribuye directamente a la construcción de conocimiento. Esta carga es influenciada por la manera en que se diseña y se entrega el material educativo y por lo tanto puede ser modificada y optimizada<sup>15</sup>. Finalmente, la *carga relevante* se refiere al esfuerzo cognitivo que se invierte en el proceso de aprendizaje que contribuye directamente a la construcción del conocimiento, asociada a la elaboración, construcción y automatización de esquemas para la memoria a largo plazo<sup>14</sup>. La sobrecarga cognitiva ocurre cuando la carga cognitiva total excede la capacidad de la memoria de trabajo del estudiante, existiendo un mayor riesgo de que no se entienda lo que se está enseñando y no se almacene de forma efectiva en la memoria a largo plazo<sup>13</sup>.

El diseño instruccional es el proceso sistemático de planificación, desarrollo, implementación y evaluación de experiencias de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de facilitar la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes de manera efectiva y eficiente<sup>16</sup>. Aplicaciones actuales de la teoría de carga cognitiva en el diseño instruccional sugieren centrarse en actividades que disminuyen la carga extrínseca (ej. instrucciones precisas, contenidos claros e integrados, ejemplos concretos, etc.), ajustar la carga intrínseca a la etapa de desarrollo del estudiante (ej. considerar experiencia previa y complejidad de la tarea, simplificar las tareas sin descontextualizarlas, etc.). De esta manera, es posible maximizar la capacidad de la memoria de trabajo para enfocarla en la carga relevante mediante estrategias que faciliten el aprendizaje. Esto se logra principalmente a través de enfoques de aprendizaje autodirigido y activo<sup>17</sup>.

Dado lo anterior, un enfoque de diseño instruccional que se adapte a la complejidad y especificidad de estos contenidos podría mejorar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje de los futuros profesionales de la salud. Con este propósito, los objetivos de este estudio son los siguientes:

1. Desarrollar el diseño instruccional guiado por la teoría de carga cognitiva de un módulo de enseñanza-aprendizaje para la promoción del uso responsable de antimicrobianos.
2. Evaluar el impacto educacional del módulo en estudiantes de tercer año de Odontología.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una aproximación por investigación-acción<sup>18</sup> (que aborda directamente los problemas y las necesidades educativas) y

metodología mixta (implica la recopilación, el análisis y la integración de datos cualitativos y cuantitativos en un único estudio)<sup>19</sup>, a través de un estudio de 4 fases. Se realizó un muestreo por conveniencia de dos grupos diferentes: docentes que enseñan contenidos de antimicrobianos en la Facultad de Medicina y estudiantes del curso de Farmacología para Odontología (representan grupos de interés accesibles para la investigación y que voluntariamente aceptaron participar)<sup>20</sup>.

Los estudiantes contaron previamente con dos clases de farmacología general de antimicrobianos, realizadas por un docente médico infectólogo, que sirvió de base y andamiaje para los contenidos de este módulo. Considerando que nuestro módulo tenía como propósito promover del uso responsable de antimicrobianos, se acercaron los contenidos de estos fármacos a la práctica odontológica, los cuales fueron desarrollados por tres odontólogos y un químico farmacéutico.

Cada fase de este estudio se desarrolló como se describe a continuación (tabla 1).

En la **fase 1 (identificación de necesidades y objetivos)**, los datos se recogieron con una encuesta online para los docentes, identificando los principales antimicrobianos que los estudiantes deben manejar, los principales errores en las prescripciones y sugerencias para mejorar la enseñanza-aprendizaje en este tópico<sup>21</sup>. Para la **fase 2 (diseño instruccional)** se realizó el diseño instruccional basándose en la encuesta previa y guiado por sugerencias anteriormente publicadas de aplicación de la teoría de carga cognitiva. Esto implicó eliminar contenido no esencial o redundante, resumir e integrar contenidos, incluir ejemplos variados y concretos en multimedia (material audiovisual interactivo) y entregar al estudiante independencia gradual para resolución de problemas reales<sup>11,22</sup>. En la **fase 3 (implementación)** el material didáctico fue entregado a los estudiantes a través del *Learning Management System* (LMS) Canvas®, considerando tiempo para aprendizaje autodirigido y una sesión presencial (seminario) para resolver dudas y aplicar conocimientos en casos clínicos. Para la **fase 4 (evaluación de impacto)**, los estudiantes respondieron una encuesta de satisfacción en escala Likert de 5 niveles (desde completamente de acuerdo a completamente en desacuerdo), autorreportes de su alcance de objetivos de aprendizaje y pruebas de conocimientos pre y post intervención educacional. Para el análisis cuantitativo se utilizó estadística descriptiva y analítica (test Wilcoxon) y análisis de contenido de la información cualitativa, enfocado en la frecuencia y triangulación de conceptos de comentarios de las encuestas a docentes y estudiantes<sup>23</sup>. El autorreporte y prueba de conocimientos pre-intervención se aplicaron el primer día del curso iniciando el semestre y los post-intervención en la sesión presencial de antimicrobianos al final del módulo.

## Tabla 1. Fases de la investigación

### Fase 1: Identificación de necesidades y objetivos de aprendizaje

- Solicitud de consentimiento informado a docentes y estudiantes del curso
- Encuesta online para docentes:
  - Identificación de los principales antimicrobianos que los estudiantes deben manejar
  - Errores en las prescripciones

### Fase 2: Diseño instruccional guiado por la teoría de carga cognitiva

- Selección de información esencial
- Eliminación de contenido redundante
- Cuadros resúmenes
- Ejemplos aplicados a la clínica
- Integración de contenidos
- Información interactiva con imágenes y audios
- Evaluaciones formativas
- Evaluaciones sumativas

### Fase 3: Implementación del módulo

#### Clases invertidas:

- Organización de la actividad con tiempo protegido para que estudiantes revisaran material online (aprendizaje autónomo)
- Actividad presencial

### Fase 4: Evaluación de impacto educacional del módulo

#### Los estudiantes respondieron:

- Autorreportes de cumplimiento de objetivos pre y post
- Pruebas de conocimientos pre y post intervención
- Encuesta de satisfacción en escala Likert

## RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados para cada fase del estudio:

En la **fase 1**, la encuesta de ocho preguntas fue enviada a 42 docentes, obteniendo una tasa de respuestas de 40,5% (17 docentes, entre ellos docentes de farmacología para odontología: médicos, odontólogos y químico farmacéuticos; profesores de microbiología y tutores clínicos de odontología). Esto permitió identificar las cinco principales familias de antimicrobianos que los estudiantes de Odontología deben manejar (betaalactámicos, macrólidos, lincosamidas, nitroimidazólicos y quinolonas) y los errores más frecuentes en las prescripciones: sobreindicación del antimicrobiano donde no se justifica su prescripción, incorrecta selección del principio activo y selección errónea de la forma farmacéutica, principalmente para pacientes pediátricos. Ante la pregunta: ¿Por qué cree Ud. que los estudiantes incurren en estos errores de prescripción y/o uso responsable de antimicrobianos durante su proceso de enseñanza-aprendizaje?, las respuestas se concentraron en la falta de aplicación práctica de los contenidos teóricos en los cursos de farmacología, carencia de sistematización y refuerzo intencionado de estos contenidos a través de los planes de estudio y la necesidad de capacitar a los docentes para

el uso de estrategias efectivas de enseñanza-aprendizaje de temas cognitivamente complejos.

Para la **fase 2** se diseñó un módulo en Canvas® (LMS) para los estudiantes que incluyó instrucciones de las actividades, tres cápsulas de contenidos (i. Conceptos generales de antimicrobianos en odontología y la resistencia como problema de salud pública, ii. Indicación de antimicrobianos en odontología y iii. Prescripción segura), cuatro casos clínicos interactivos (paciente embarazada, caso pediátrico, urgencia odontológica e interacciones farmacológicas) y una prueba formativa de 10 preguntas de opción múltiple. El contenido fue discutido por el equipo de docentes del curso, dejando solo aquellos considerados esenciales para los objetivos del módulo, asociado a tablas y gráficos con resúmenes, ejemplos y aplicaciones prácticas. Para las cápsulas y casos clínicos se utilizaron principalmente los softwares Genially® y PowerPoint®, incorporando videos cortos, presentaciones interactivas visualmente claras y narradas por un docente.

Para la **fase 3**, se asignó a los estudiantes tiempo protegido de una mañana completa para estudiar el módulo y se organizó una jornada presencial de tres horas para su discusión.

Finalmente, en la **fase 4** se evaluó el impacto educacional solo con los estudiantes que accedieron a participar en el estudio (n= 48; 83,4% del total del curso), edad promedio 21,4 años y 70,8% género femenino). A nivel de satisfacción la encuesta reportó resultados positivos en sus 10 ítems (mínimo 81,3%) (tabla 2). La prueba pre-post de conocimientos se diseñó utilizando una tabla de especificaciones (*blueprint*) para evaluar los objetivos del módulo en tres niveles: a) básicos: mecanismos de acción, espectro de acción; b) intermedios: interacciones y reacciones adversas, indicación clínica; c) avanzados: formas farmacéuticas, dosis y duración del tratamiento, prescripción y uso adecuado de fármacos. Cada nivel aportó 6 preguntas, sumando un total de 18 preguntas de opción múltiple. Tanto los resultados de esta prueba pre-post como los autorreportes de los estudiantes del alcance de 7 objetivos de aprendizaje (tabla 3) fueron estadísticamente significativos ( $p<0,001$ ).

Entre los comentarios más representativos de los estudiantes sobre el módulo se encuentran algunos puntos relevantes identificados en el análisis de contenido de la encuesta de percepción. Estos incluyen:

#### Aspectos positivos del módulo:

- Excelente metodología, sería genial incorporarla en otras actividades del curso (estudiante 1)
- Logré llevar la teoría a un caso real que me ayudó a confeccionar la receta (estudiante 2)

**Tabla 2. Resultados de encuesta satisfacción de los estudiantes en porcentajes**

	CA	A	D	CD	NS	Agrupados (CA+A)	Agrupados (D+CD)
Me entregaron instrucciones claras para el seminario de integración de contenidos de antimicrobianos	89,6	10,4	0	0	0	100	0
El material de apoyo para esta actividad fue adecuado	81,3	16,6	2,1	0	0	97,9	2,1
Los temas abordados en esta actividad son relevantes para mi práctica profesional	89,6	8,3	2,1	0	0	97,9	2,1
El tiempo que asignado para desarrollar las actividades de este seminario fue suficiente	56,3	25,0	14,6	0	4,1	81,3	14,6
La metodología utilizada en esta actividad (escenarios, documentos, etc.) facilitó mi aprendizaje	75,0	20,8	2,1	2,1	0	95,8	4,2
La organización de esta actividad potenció mi aprendizaje independiente	62,5	27,1	10,4	0	0	89,6	10,4
El seminario y el material de apoyo me permitieron integrar conocimientos teóricos y aplicación clínica de antimicrobianos	75,0	20,8	4,2	0	0	95,8	4,2
El seminario de integración me ayudó a reconocer mis fortalezas y debilidades en temas de uso apropiado de antimicrobianos	64,6	33,3	2,1	0	0	97,9	2,1
Esta actividad de integración debería continuar para los estudiantes de farmacología del próximo año	85,4	12,5	0	0	2,1	97,9	0
Me siento muy satisfecho(a) con el aprendizaje final logrado en el seminario de integración de contenidos de antimicrobianos	89,6	10,4	0	0	0	100	0

CA: completamente de acuerdo; A: de acuerdo; D: en desacuerdo; CD: completamente en desacuerdo; NS: no sabe o no responde

- Pude recordar más fácilmente los contenidos (estudiante 7)
- Es una forma dinámica que potencia el aprendizaje autónomo (estudiante 15)
- Me gusta que destinen horarios para estudio personal. Los resúmenes son muy buenos (estudiante 19)
- Los docentes estaban motivados por enseñar y eso también me motiva a aprender (estudiante 20)

#### Aspectos por mejorar:

Se concertaron principalmente en solicitar más tiempo para estudiar el material y para la sesión presencial:

- Asignar más tiempo protegido de estudio previo (estudiante 11)
- Incluir más ejemplos de recetas (estudiante 13)
- Más tiempo presencial para aclarar dudas (estudiante 21)
- Tener más tiempo para practicar las prescripciones (estudiante 25)

obteniendo buenos resultados en el logro de objetivos y en la percepción de los estudiantes de Odontología sobre su experiencia de aprendizaje.

La tendencia actual en la formación de profesionales de la salud se inclina hacia la disminución de las ciencias básicas de los planes de estudios, fomentando la integración disciplinar y la incorporación temprana a la clínica, dejando poco espacio para algunos contenidos, como la Farmacología<sup>24</sup>. Publicaciones previas han mostrado que una intervención teóricamente fundamentada puede crear las condiciones para mejorar aprendizajes específicos<sup>25</sup>. Gillespie et al. demostraron que con el apoyo adecuado los educadores han logrado crear escenarios que permitieron a los estudiantes participar con seguridad en tareas complejas y auténticas de farmacología, preparándolos para que las afronten de la mejor manera posible como clínicos recién titulados<sup>10</sup>. En este contexto, las investigaciones realizadas con base en la psicología cognitiva y educativa han sido una guía para la integración de contenidos de farmacología en la práctica clínica, aplicando principalmente enfoques de aprendizaje autodirigido y activo<sup>8</sup>.

## DISCUSIÓN

En este estudio se logró desarrollar un diseño instruccional guiado por la teoría de carga cognitiva de un módulo de enseñanza-aprendizaje para la promoción del uso responsable de antimicrobianos,

**Tabla 3. Autorreporte pre-post estudiantes de su alcance de objetivos de aprendizaje**

	Promedio PRE (0 a 100%)	Promedio POST (0 a 100%)
1. Identificar el mecanismo de acción de las principales familias de los antimicrobianos de uso frecuente en odontología	33,4	74,4
2. Reconocer el espectro de acción de las principales familias de los antimicrobianos de uso frecuente en odontología	27,4	70,5
3. Identificar las principales interacciones y reacciones adversas de los antimicrobianos de uso frecuente en odontología	18,4	64,8
4. Relacionar los mecanismos y espectros de acción con la indicación clínica de los antimicrobianos de uso frecuente en odontología	16,3	64,4
5. Identificar formas farmacéuticas, dosis y duración de tratamiento con los antimicrobianos de uso frecuente en odontología	12,0	64,5
6. Realizar una prescripción adecuada y segura los antimicrobianos de uso frecuente en odontología en el contexto de las necesidades del paciente	10,0	65,5
7. Distinguir el significado del concepto de uso adecuado de antimicrobianos en odontología	38,1	79,1

Los resultados de nuestro estudio están en línea con estas y otras publicaciones que sugieren manejar los niveles de carga cognitiva para potenciar el aprendizaje, principalmente en estudiantes novatos expuestos a tareas complejas<sup>14,17,25</sup>. También este estudio está alineado con publicaciones que hacen un llamado a mejorar los planes de estudio de odontología en lo que respecta al uso responsable de los antimicrobianos, donde los estudiantes relataron que, en general, no estaban familiarizados con temas importantes de administración de estos fármacos o no estaban seguros si en sus facultades existían o se utilizaban guías clínicas<sup>9</sup>.

Destaca en este estudio los resultados positivos tanto en conocimientos de los estudiantes como en la experiencia de aprendizaje, sugiriendo como mejora principalmente la asignación de más tiempo para el estudio autónomo de los contenidos y para desarrollar la actividad presencial, lo que concuerda con experiencias educacionales previas<sup>8</sup>. Fischer et al. reportaron que la carga cognitiva y las limitaciones de tiempo son parámetros importantes que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar los planes de estudios y sus contenidos<sup>26</sup>.

La tasa de respuesta de la encuesta realizada a los docentes (40,5%) podría parecer insuficiente, pero es similar al promedio reportado por metaanálisis de tasas de respuesta de encuestas en línea, que es del 39,6%<sup>21</sup>, siendo considerada apropiada para muchos contextos educacionales. Lo más importante es asegurar que la muestra obtenida sea representativa del grupo objetivo, lo cual si ocurrió en este caso.

Dentro de las limitaciones de este estudio, es importante señalar que no fue posible comparar las calificaciones de este grupo

de estudiantes con las de cohortes de años anteriores debido a cambios en los contenidos entregados, el enfoque de los temas y los instrumentos de evaluación del aprendizaje. Por esta razón, se realizaron autorreportes y pruebas de conocimientos pre y post para comparar los resultados obtenidos dentro del mismo grupo de estudiantes<sup>27</sup>. Otra razón para utilizar este diseño, que mide variables antes y después de la intervención en un mismo grupo de sujetos sin incluir grupo control, es la consideración ética de la investigación, ya que el tiempo disponible no permitía ofrecer a los posibles estudiantes sin intervención una remediación del módulo, una situación común en la investigación educativa. Considerando lo anterior, se sugiere que los educadores sean cautelosos al transferir estos resultados a sus propios contextos y contemplen la necesidad de adaptaciones<sup>28</sup>.

Uno de los desafíos a futuro consiste en hacer un seguimiento a los estudiantes durante sus próximos cursos clínicos para verificar la aplicación de los conocimientos adquiridos sobre antimicrobianos. Este seguimiento permitiría monitorear de manera efectiva la transferencia del aprendizaje.

## CONCLUSIONES

La teoría de carga cognitiva y un diseño instruccional óptimo pueden ser una guía para maximizar el aprendizaje. Este estudio puede servir de orientación para los docentes que busquen promover el uso responsable de antimicrobianos u otra tarea compleja, al mismo tiempo de lograr una mayor satisfacción con la experiencia y resultados de aprendizaje de los estudiantes. Existe un potencial de desarrollo de este enfoque para otros contenidos complejos durante la formación de profesionales de la salud.

## Consideraciones éticas

Este estudio contó con la aprobación del Comité Ético Científico de Ciencias Sociales y Humanidades, Pontificia Universidad Católica de Chile, ID: 220615009

## Financiamiento

Este estudio contó con financiamiento del Programa de Farmacología y Toxicología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile

## Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de intereses

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Oberoi SS, Dhingra C, Sharma G, Sardana D. Antibiotics in dental practice: How justified are we. *Int Dent J.* 2015;65(1):4-10.
- Thompson W, Williams D, Pulcini C, Sanderson S, Calfon P, Verma M. Tackling Antibiotic Resistance: Why Dentistry Matters. *Int Dent J.* 2021;71(6):450-3.
- Hersh AL, King LM, Shapiro DJ, Hicks LA, Fleming-Dutra KE. Unnecessary Antibiotic Prescribing in US Ambulatory Care Settings, 2010-2015. *Clinical Infectious Diseases.* 2021;72(11):133-7.
- Murphy AM, Patel UC, Wilson GM, Suda KJ. Prevalence of unnecessary antibiotic prescriptions among dental visits, 2019. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2024;1-10.
- Fluent MT, Jacobsen PL, Hicks LA. Considerations for responsible antibiotic use in dentistry. *Journal of the American Dental Association.* 2016;147(8):683-6.
- Organización Panamericana de la Salud. *Manual de comunicación sobre el uso racional de antimicrobianos para la contención de la resistencia.* Washington, D.C.; 2021.
- MINSAL. *Plan Nacional contra la Resistencia a los Antimicrobianos Chile 2021-2025.* Ministerio de Salud. 2021.
- Steinle N, Palmer GC, Nowicki E, Lee E, Nelson E, Whiteley M, et al. *Integration of Microbiology, Pharmacology, Immunology, and Infectious Disease Using Active Teaching and Self-Directed Learning.* *Med Sci Educ.* 2019;29(1):315-24.
- Holz M, Naavaa S, Stilianoudakis S, Carrico C, Byrne BE, Myers GL. Antibiotics and antimicrobial resistance: Evaluation of the knowledge, attitude, and perception among students and faculty within US dental schools. *J Dent Educ.* 2021;85(3):383-91.
- Gillespie H, Reid H, Conn R, Dornan T. Pre-prescribing: Creating a zone of proximal development where medical students can safely fail. *Med Teach [Internet].* 2022;44(12):1385-91. Available from: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2022.2098100>
- Castro-Alonso JC, de Koning BB, Fiorella L, Paas F. Five Strategies for Optimizing Instructional Materials: Instructor- and Learner-Managed Cognitive Load. *Educ Psychol Rev.* 2021;33(4):1379-407.
- Sweller J, Van Merriënboer JJJ, Paas FGWC. Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educ Psychol Rev.* 1998;10(3):251-96.
- Szulewski A, Howes D, Van Merriënboer JJJ, Sweller J. From Theory to Practice: The Application of Cognitive Load Theory to the Practice of Medicine. *Academic Medicine.* 2021;96(1):24-30.
- Paas F, van Merriënboer JJJ. Cognitive-Load Theory: Methods to Manage Working Memory Load in the Learning of Complex Tasks. *Curr Dir Psychol Sci.* 2020;29(4):394-8.
- Van Merriënboer JJJ, Sweller J. Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. Vol. 17, *Educational Psychology Review.* 2005. 147-177 p.
- Vandewaetere M, Manhaeve D, Aertgeerts B, Clarebout G, Van Merriënboer JJJ, Roex A. 4C/ID in medical education: How to design an educational program based on whole-task learning: AMEE Guide No. 93. *Med Teach.* 2015;37(1):4-20.
- Young JQ, Van Merriënboer J, Durning S, Ten Cate O. Cognitive Load Theory: Implications for medical education: AMEE Guide No. 86. *Med Teach.* 2014;36(5):371-84.
- McKenney S, Reeves TC. Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Med Educ.* 2021;55(1):82-92.
- Schifferdecker KE, Reed VA. Using mixed methods research in medical education: Basic guidelines for researchers. *Med Educ.* 2009;43(7):637-44.
- Brinkman DJ, Monteiro T, Monteiro EC, Richir MC, van Agtmael MA, Tichelaar J. Switching from a traditional undergraduate programme in (clinical) pharmacology and therapeutics to a problem-based learning programme. *Eur J Clin Pharmacol.* 2021;77(3):421-9.
- Cook C, Heath F, Thompson RL. A meta-analysis of response rates in Web- or internet-based surveys. *Educ Psychol Meas.* 2000;60(6):821-36.
- Sweller J, van Merriënboer JJJ, Paas F. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educ Psychol Rev [Internet].* 2019;31(2):261-92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Renz SM, Carrington JM, Badger TA. Two Strategies for Qualitative Content Analysis: An Intramethod Approach to Triangulation. *Qual Health Res.* 2018;28(5):824-31.
- Emanuel EI. The Inevitable Reimagining of Medical Education. *JAMA - Journal of the American Medical Association.* 2020;323(12):1127-8.
- Sewell JL, Maggio LA, ten Cate O, van Gog T, Young JQ, O'Sullivan PS. Cognitive load theory for training health professionals in the workplace: A BEME review of studies among diverse professions: BEME Guide No. 53. *Med Teach [Internet].* 2019;41(3):256-70. Available from: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1505034>
- Fischer K, Sullivan AM, Cohen AP, King RW, Cockrill BA, Besche HC. Using cognitive load theory to evaluate and improve preparatory materials and study time for the flipped classroom. *BMC Med Educ.* 2023;23(1):1-11.
- Cook TD. Why Have Educational Evaluators Chosen Not to Do Randomized Experiments? *Annals of the American Academy of Political and Social Science.* 2003;589(September):114-49.
- Gopalan M, Rosinger K, Ahn J Bin. Use of Quasi-Experimental Research Designs in Education Research: Growth, Promise, and Challenges. *Review of Research in Education.* 2020;44(1):218-43.