



Aplicación de trifosfato de adenosina en una intervención educativa sobre el reprocesamiento de la pieza de mano odontológica⁺

Cesar I Velázquez-Ramírez,^{*} Ulises Velázquez-Enríquez,[§] Laura E Rodríguez-Vílchis,[§] Edith Lara-Carrillo,[§] Rogelio Scougall-Vílchis,[§] A Enrique Acosta-Gío^{||}

^{*} Estudiante de Doctorado, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.

[§] Profesor Investigador, Facultad de Odontología Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.

^{||} Profesor Investigador, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.

RESUMEN

Objetivos: Evaluar el impacto de una intervención educativa para mostrar a los estudiantes la contaminación interna de las piezas de mano dentales empleando la bioluminiscencia de trifosfato de adenosina (ATP). **Material y métodos:** Se realizó un estudio en una muestra por conveniencia con estudiantes de pregrado de odontología, quienes respondieron un cuestionario autoadministrado con preguntas de formato cerrado sobre sus percepciones y conocimiento antes y después de una intervención educativa presentando los resultados de ATP en las piezas de mano dentales. **Resultados:** Después de la intervención educativa, las respuestas revelaron un cambio positivo en la percepción y el conocimiento de los estudiantes sobre la importancia del reprocesamiento de la pieza de mano dental (tasa de respuesta de 100%). **Conclusiones:** La intervención educativa que usa ATP para demostrar la contaminación interna exitosamente cambió la percepción y el conocimiento de los estudiantes de odontología en el reprocesamiento de la pieza de mano dental. El ATP es confiable para demostrar la contaminación interna de la pieza de mano dental.

Palabras clave: Evaluación educativa, educación profesional, estudiantes de salud bucal, pieza de mano dental, prueba de ATP, prueba microbiológica.

INTRODUCCIÓN

Disponibles por primera vez a mediados del siglo XX, la construcción inicial de la pieza de mano dental accionada por aire no tenía en cuenta la necesidad de esterilizarse entre la atención de cada paciente. Sin embargo, estas herramientas eléctricas quirúrgicas tienen una geometría interna compleja donde ocurre la formación de biopelícula.¹ En la actualidad, en respuesta a este riesgo para la salud, la industria produce piezas de mano dentales en autoclave. No obstante, contrariamente a los estándares de seguridad más altos, el cumplimiento con la esterilización de la pieza de mano dental sigue siendo un desafío importante para la educación y la práctica profesional en todo el mundo.²

En el año 2016, los centros para el control y la prevención de enfermedades de Estados Unidos declara-

ron lo siguiente: «Las piezas de mano dentales y los accesorios asociados, incluidos los motores de baja velocidad y los ángulos de profilaxis reutilizables, siempre deben esterilizarse con calor entre pacientes y no deben desinfectarse a alto nivel. Aunque estos dispositivos se consideran semicríticos, los estudios han demostrado que sus superficies internas pueden contaminarse con los materiales del paciente durante el uso. Si estos dispositivos no se limpian de manera adecuada y no se esterilizan con calor, el próximo paciente puede estar expuesto a materiales potencialmente infecciosos».³

Mientras que en los Estados Unidos la satisfacción percibida y el cumplimiento con el plan de estudios de control de infecciones en las escuelas de odontología se ubican en una posición alta,⁴ la educación sobre el control de infecciones se está retrasando en América Latina,⁵ incluida la capacitación específica en el reprocesamiento de la pieza de mano dental.

La tecnología de bioluminiscencia del trifosfato de adenosina (ATP) detecta la presencia de residuos orgánicos, incluida la carga biológica viable y no viable en las superficies y el agua.⁶ Las pruebas de bioluminiscencia de ATP se han utilizado como control de calidad para estimar la carga orgánica residual después de lavar ins-

⁺ Investigación como resultado de una tesis doctoral.

Recibido: Marzo 2019. Aceptado: Abril 2019.

© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



trumentos huecos como los endoscopios.⁷ El ATP se compara con otros puntos de referencia clínicamente relevantes que incluyen inspección visual, muestreo bacteriológico y pruebas rápidas de residuos orgánicos para detectar proteínas, carbohidratos o hemoglobina.⁸

El objetivo de esta investigación fue evaluar el conocimiento y las percepciones de los estudiantes de odontología sobre el reprocesamiento de la pieza de mano dental antes y después de una intervención educativa que utiliza trifosfato de adenosina para revelar la contaminación interna de las piezas de mano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Consideraciones bioéticas

Esta investigación se adhirió a las directrices y normas pertinentes para el diseño de una investigación ética apropiada y para garantizar la protección de los participantes, respectivamente. El protocolo fue revisado y aprobado por los Comités de Ética y Bioseguridad en la Escuela de Odontología de la UAEMex. Todos los estudiantes participantes recibieron información sobre el propósito de la encuesta, el número y el tipo de preguntas, los temas tratados y la seguridad de que se mantendría el anonimato.

Estudiantes

Los estudiantes de cuarto año de odontología fueron evaluados. Debido a que todos ellos están en el último año del programa de pregrado, deben tener un conocimiento más completo y antecedentes prácticos sobre el reprocesamiento de la pieza de mano dental.

Cuestionario

Se utilizó un cuestionario estructurado, administrado por el entrevistador para recopilar los datos. El instrumento de la encuesta fue diseñado y aplicado para obtener información sobre el conocimiento y la percepción de los estudiantes con respecto al reprocesamiento de la pieza de mano dental. La encuesta incluyó elementos que obtuvieron información demográfica y de antecedentes. Para probar sus percepciones, los elementos se diseñaron en un formato de escala Likert, clasificado como «muy fuerte», «fuerte», «regular», «bajo» y «muy bajo» para permitir que los encuestados indicaran su grado de acuerdo con declaraciones tales como: «el paciente debe ser tratado con una pieza de mano dental estéril». Asimismo, las preguntas cerradas se formularon directamente acerca de su conocimiento, tales como: «sé que el ATP se

puede usar para evaluar la contaminación de la pieza de mano dental», «sé que la esterilización de la pieza de mano dental mediante vapor a presión es el estándar de oro». Además, las respuestas sobre las prácticas se registraron como «sí», «no» o «no sé». Los formularios del cuestionario están disponibles a través del autor correspondiente. La encuesta se aplicó antes y dos semanas después de la intervención educativa.

Intervención educativa

Inmediatamente después de aplicar la primera encuesta, un investigador ofreció una intervención educativa para el reprocesamiento de la pieza de mano dental. Para proporcionar contenido en la intervención educativa se evaluó la contaminación interna de piezas de mano dentales usadas en las clínicas de la escuela de odontología del estudiante.

En un aula de clases, a los estudiantes les fueron presentadas diapositivas que comparaban los resultados de las pruebas de laboratorio de bioluminiscencia con ATP y bacteriología aeróbica con piezas de mano dentales «lavadas» contra «lavadas y esterilizadas». 14 días después de la sesión educativa, el instrumento de la encuesta se aplicó nuevamente para evaluar el impacto de la intervención educativa en el cambio de la percepción y el conocimiento de los estudiantes sobre el reprocesamiento de la pieza de mano dental.

Pruebas de laboratorio

Piezas de mano lavadas de manera externa.

Para evaluar el alcance de la contaminación interna inmediatamente después del uso clínico en los pacientes, 137 piezas de mano dentales se lavaron a mano de manera externa y se transportaron de manera individual al laboratorio en una bolsa de plástico estéril. Para extraer los contaminantes internos las piezas de mano dentales se sumergieron individualmente en un tubo de ensayo con 20 mL de agua destilada estéril y se sometieron a ultrasonidos durante 10 minutos a 40 KHz (Digital pro, Chicago IL, EUA) y la suspensión resultante se probó mediante bioluminiscencia con ATP y bacteriología aeróbica. Después de la recolección de la muestra las piezas de mano dentales se esterilizaron en autoclave y se devolvieron a la clínica.

Piezas de mano lavadas de manera externa y esterilizadas. Para hacer la comparación, después de un segundo uso clínico las piezas de mano dentales lavadas de manera externa se recolectaron de nuevo y se esterilizaron en autoclave, posteriormente se so-

metieron a ultrasonidos y la suspensión resultante se probó con ATP y se colocó en placas con medio de cultivo. Después de la recolección de la muestra las piezas de mano dentales se esterilizaron en autoclave nuevamente y se devolvieron a la clínica.

Evaluación por bioluminiscencia de ATP. La prueba de ATP se realizó utilizando el kit de prueba de agua 3M Clean-Trace® ATP (3M, Saint Paul, EUA). Se tomaron muestras de la suspensión ultrasónica. Las unidades relativas de luz (URLs) se midieron utilizando el luminómetro de mano Clean-Trace®. Se usó agua destilada estéril como control negativo. Después del lavado manual externo, los resultados que arrojó la prueba de ATP fueron mayores en contraste con los resultados obtenidos cuando las piezas de mano dentales fueron lavadas de manera externa y esterilizadas por vapor a presión (como se muestra en la *Tabla 1*).

Bacteriología aeróbica. Las muestras ultrasónica se diluyeron en serie 1:10 en tampón fosfato salino y 0.1 mL se extendieron sobre medio de agar de soya agar tripticaseína (Neogen Corporation, Lansing MI) y se incubaron aeróbicamente durante 24 horas a 37 °C. Las bacterias aisladas de las piezas de mano lavadas de manera externa, pero no estériles incluyeron *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Escherichia* y *Meningococcus*.

Análisis estadístico

La consistencia interna del cuestionario se probó utilizando el coeficiente α de Cronbach que proporciona una medida de la confiabilidad del ítem. Un alfa de Cronbach de 0.7 se considera un nivel de acuerdo aceptable.⁹ Las respuestas de la encuesta fueron capturadas en una base de datos, de la cual se obtuvieron las tablas de frecuencia. Las diferencias en las respuestas entre antes y después de la intervención educativa se analizaron mediante la prueba t de muestras pareadas.

Tabla 1: Contaminación interna en 137 piezas de mano odontológicas evaluadas mediante bioluminiscencia de trifosfato de adenosina y bacteriología aeróbica.

Internal contamination of 137 dental handpieces assessed by adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence and aerobic bacteriology.

	Lavado externo	Lavado externo y en autoclave
URL	5,178.57* \pm 6,680.91	52.84 \pm 73.95
UFC/mL	19,886.36 0-170 x 10 ³	0 0

URL = Unidades Relativas de Luz.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias.

* p = 0.001 IC_{95%}, 3,997.68-6,253.75.

Tabla 2: Cambios en la percepción de los estudiantes (n = 60) antes y después de una intervención educativa.

Changes in student perception (n = 60) before and after an educational intervention.

	%		Diferencias pareadas		p (dos colas)
	Antes	Después	Media	DE	
De acuerdo con la declaración «Muy fuerte»					
Debo seguir las instrucciones del fabricante para reprocesar la PMO	2	93	-1.300	0.561	0.001*
Debo lavar, lubricar y esterilizar la PMO entre pacientes	2	92	-1.667	0.572	0.001*
Debo mejorar mis prácticas sobre el reprocesamiento de la PMO	3	90	-1.183	0.596	0.001*
Los pacientes deben ser tratados con una PMO estéril	0	88	-1.567	0.563	0.001*
Puedo infectar a mis pacientes mediante el uso de la PMO contaminada	0	87	-1.850	0.515	0.001*
El paciente merece ser tratado con las barreras necesarias para su seguridad	0	87	-1.100	0.573	0.001*
La PMO debe ser esterilizada con los mismos criterios que los instrumentos que tocan sangre	0	82	-1.833	0.587	0.001*
Los profesores deben revisar que las PMO estén estériles antes de dejarme atender pacientes	0	80	-1.750	0.680	0.001*
Ningún paciente debe ser tratado con una PMO sin esterilizar	2	81	-1.650	0.732	0.001*
Los pacientes merecen ser tratados con una PMO estéril	2	68	-1.400	0.718	0.001*
El paciente merece ser tratado en un sillón dental previamente desinfectado	0	50	-1.300	0.671	0.001*
El sillón dental debe ser desinfectado entre pacientes	0	43	-1.400	0.558	0.001*
Las PMO pueden ser esterilizadas por inmersión en soluciones químicas	30	2	3.000	0.902	0.001*

* p \leq 0.05.

DE = desviación estándar; PMO = pieza de mano odontológica.

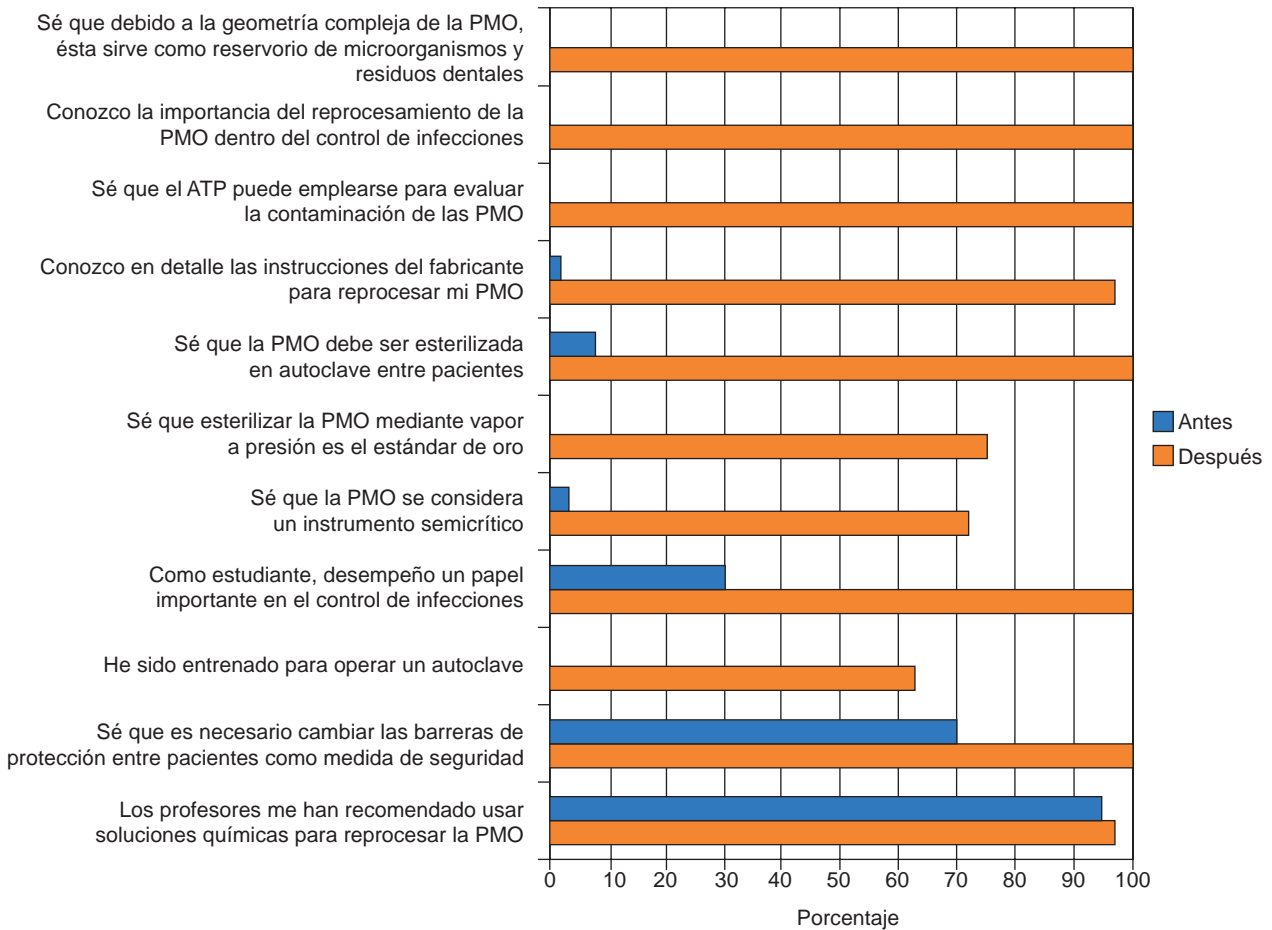


Figura 1: Cambio en el conocimiento de los estudiantes (n = 60) antes y después de una intervención educativa (únicamente «sí»). PMO = pieza de mano odontológica.

Changes in students' knowledge (n = 60) regarding dental handpiece cleaning before and after an educational intervention (only «yes»). PMO = dental handpiece.

das con el paquete estadístico IBM SPSS del software (V23®, Nueva York, EUA). Un valor crucial de $p \leq 0.05$ se consideró estadísticamente significativo. Los resultados se presentan como porcentajes redondeados.

RESULTADOS

Los estudiantes participantes (15 hombres y 45 mujeres) tenían una mediana de edad de 22 años, todos respondieron el cuestionario en su totalidad (100% de tasa de respuesta, alfa de Cronbach = 0.704).

Encuesta de percepciones. La comparación de sus percepciones «muy fuerte», en una escala tipo Likert, mostró un aumento de 2 a 92% en la aceptabilidad de «debo lavar, lubricar y esterilizar la pieza de mano dental entre pacientes» después de la intervención educativa. Los estudiantes expresaron tam-

bién una mejora en las percepciones: «el paciente debe ser tratado con una pieza de mano estéril», «el paciente merece ser tratado con una pieza de mano estéril» y «puedo infectar a mis pacientes mediante el uso de la pieza de mano contaminada» (Tabla 2).

Encuesta de conocimientos. A través de la intervención educativa, los estudiantes aprendieron que esterilizar la pieza de mano en autoclave es «el estándar de oro» ($p = 0.001$) como se muestra en la Figura 1. Parecían más interesados en conocer las instrucciones del fabricante sobre el reprocesamiento de la pieza de mano ($p = 0.071$) y la correcta identificación de las piezas como instrumentos semicríticos aumentó a 72% antes y después. Respondieron sistemáticamente (95 y 97%, respectivamente) que los profesores de la facultad les habían ordenado que usaran soluciones químicas para el reprocesamiento de la pieza de mano dental.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación en una muestra de conveniencia de estudiantes de pregrado de odontología indican que las percepciones y el conocimiento de los participantes sobre el reprocesamiento de la pieza de mano mejoraron después de una intervención educativa en la que el ATP y la bacteriología revelaron la presencia de contaminación interna de la pieza de mano.

La deseabilidad social no fue evidente en las percepciones de los estudiantes en la primera encuesta (antes), pero puede estar presente en los resultados de la segunda (después). La intención puede ser más positiva que el comportamiento reflejado con el paciente.¹⁰ Un estudio de seguimiento confirmaría si los estudiantes expuestos a esta experiencia de aprendizaje integrarían la esterilización de la pieza de mano en su práctica clínica. Sin embargo, el desafío sigue siendo que los estudiantes formen sus futuros criterios profesionales en función de lo que los profesores les enseñan y lo que la escuela establece que deben cumplir. En una encuesta reciente de 207 dentistas graduados de 43 escuelas diferentes en América Latina, sólo 35% declaró haber recibido capacitación para esterilizar la pieza de mano entre pacientes.⁵

Curiosamente, los estudiantes a menudo están de acuerdo en que «el paciente debe ser tratado con una pieza de mano estéril» más que «el paciente merece ser tratado con una pieza de mano estéril», esta observación justifica una investigación adicional sobre lo que parece ser un fracaso en la educación dental para generar empatía hacia los pacientes.

La inmersión en desinfectantes no es aceptable para el reprocesamiento de la pieza de mano.¹¹ Sin embargo, antes de la intervención educativa, 60% de los estudiantes participantes expresaron erróneamente que las piezas de mano podrían ser esterilizadas por inmersión en soluciones químicas y más de 95% de ellos indicaron que eran miembros de la facultad, quienes recomendaron el uso de soluciones químicas para reprocesar las piezas de mano odontológicas.

En América Latina persisten diversas deficiencias en la educación para el control de infecciones.² Es posible que los procedimientos de control de infecciones basados en la evidencia publicados en inglés no alcancen el liderazgo y la facultad de la escuela de odontología debido a las barreras del idioma y al acceso limitado a las principales publicaciones profesionales. Además, pocos miembros de la facultad asisten a reuniones científicas importantes en el extranjero, donde pueden estar expuestos a los estándares profesionales actuales.

Una posible limitación de esta investigación es el tamaño y la selección de la muestra, así como el tiempo de seguimiento entre las dos encuestas. La educación continua puede mejorar aún más los efectos deseados. Por lo tanto, esta intervención debe aplicarse durante un periodo más largo. El seguimiento de los estudiantes que ya se han graduado y el conocimiento y la perspectiva de los profesores justifican una investigación adicional. La evaluación de los docentes a través de una encuesta proporcionaría datos más específicos de las deficiencias de los estudiantes y por lo tanto, se podrían implementar estrategias de mejora continua para optimizar la calidad educativa proporcionada.

En conclusión, este estudio encontró que las percepciones y el conocimiento de los participantes sobre el reprocesamiento de la pieza de mano dental mejoraron después de una intervención educativa. Las escuelas de odontología son recursos valiosos para la sociedad; para continuar educando a futuros profesionales dentales y sirviendo a sus comunidades ofreciendo un tratamiento dental seguro y de alta calidad, las escuelas de odontología en América Latina deben actualizar sus bibliotecas y difundir fácilmente la información relevante a todos sus profesores y estudiantes a través de las redes sociales digitales disponibles. Los decanos pueden buscar recursos disponibles en la Organización para la Seguridad, Asepsia y Prevención (OSAP), entre otras organizaciones importantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del Dr. Carlo Medina Solís por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Conflicto de intereses

Este trabajo se realizó con recursos materiales disponibles en las instituciones de origen del participante y sin el apoyo financiero de terceros. Los autores no tienen ningún conflicto de intereses que declarar.

Original research

Application of adenosine triphosphate bioluminescence in an educational intervention on dental handpiece reprocessing⁺

⁺ This research is the result of a doctoral thesis.

Cesar I Velázquez-Ramírez,*
 Ulises Velázquez-Enríquez,[§] Laura E Rodríguez-Vílchis,[§]
 Edith Lara-Carrillo,[§] Rogelio Scougall-Vílchis,[§]
 A Enrique Acosta-Gío^{||}

* Doctoral student. Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico. Toluca, Estado de México.

[§] Professor researcher. Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico. Toluca, Estado de México.

^{||} Professor researcher. Faculty of Dentistry, National Autonomous University of Mexico. Ciudad de México.

ABSTRACT

Objective: To assess the impact of an educational intervention that showed students the internal contamination of dental handpieces (DHPs) using adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence.

Material and methods: We conducted a convenience sample study including undergraduate dental students, who answered a confidential, self-administered questionnaire with closed-format questions about their perceptions and knowledge before and after an educational intervention presenting ATP results on DHPs contamination. **Results:** The before and after questionnaire survey revealed a positive change in the students' perceptions on the importance of DHPs reprocessing (100% response rate). **Conclusion:** This educational intervention using ATP to demonstrate internal contamination successfully changed the perceptions and knowledge of dental students on the importance of DHP reprocessing. ATP can be applied to demonstrate internal contamination in DHPs.

Keywords: Educational evaluation, professional education, dental hygiene students, dental handpiece, ATP-test, microbial-test.

INTRODUCTION

The first air-operated dental handpieces, available in the mid-20th century, did not take into account the need for sterilization after use in one patient. However, these surgical power tools have a complex internal geometry where biofilm formation occurs.¹ In response to this health risk, the industry currently produces autoclavable dental handpieces, but compliance with dental handpiece sterilization according to the highest safety standards remains a major challenge in professional formation and practice worldwide.² In 2016, the USA Centers for Disease Control and Prevention stated that «Dental handpieces and associated attachments, including low-speed motors and reusable prophylaxis angles, should always be heat-sterilized between patients and not high-level or surface disinfected. Although these devices are considered semicritical, studies have shown that their internal surfaces can become contaminated with patient materials during use. If these devices are not properly cleaned and heat sterilized, the next patient may be exposed to potentially infectious materials.»³

While in the USA perceived satisfaction and compliance with the infection control curriculum in dental schools are high,⁴ infection control education has been delayed in Latin America,⁵ including specific training in dental handpiece reprocessing.

Adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence technology detects the presence of organic waste, including viable and non-viable biological load, on surfaces and water.⁶ ATP bioluminescence tests have been used as quality control to estimate residual organic load after washing hollow instruments, such as endoscopes.⁷ ATP compares well with other clinically relevant benchmarks including visual inspection, bacteriological sampling, and rapid testing of organic residues for protein, carbohydrates or hemoglobin.⁸

The objective of this research was to assess dental students' knowledge and perceptions of dental handpiece reprocessing before and after an educational intervention using ATP bioluminescence to reveal internal contamination of dental handpieces.

MATERIAL AND METHODS

Bioethical considerations

This research adhered to the relevant guidelines for appropriate ethical investigation and the relevant standards to ensure the participants' data protection. The protocol was reviewed and approved by the Ethics and Biosecurity Committees at the UAEMex School of Dentistry. All participating students received information about the purpose of the survey, the number and type of questions, and the topics covered. Also, their anonymity was assured.

Students

The fourth-year students of dentistry were evaluated because they are in the final year of the undergraduate program and all of them must have a more complete knowledge and practical background on the reprocessing of dental handpieces.

Questionnaire

A structured questionnaire administered by an interviewer was used to collect the data. The survey instrument was designed to obtain information about the students' knowledge and perception regarding the reprocessing of the dental handpiece. The survey included items requesting demographic and background information. The answers were designed in a Likert scale format, i.e., five answer options of

the type: «Strongly agree», «Agree», «Neither agree nor disagree», «Disagree», and «Strongly disagree», referring to their degree of agreement according to statements such as «The patient should be treated with a sterile dental handpiece». Closed questions were asked directly, such as «I know that ATP can be used to assess dental handpiece contamination», «I know that sterilizing the dental handpiece by press-steam is the standard procedure». Responses about the students' practices were recorded as «Yes», «No» or «I don't know». The questionnaire forms are available from the corresponding author. The survey was conducted before and two weeks after the educational intervention.

Educational intervention

Right after administering the first survey, a researcher gave an educational session on dental handpiece reprocessing. In it, the internal contamination of handpieces used in the dental school clinics was evaluated.

The students were also shown some slides comparing ATP bioluminescence lab test results and aerobic bacteriology of dental handpieces «washed» versus «washed and sterilized». Fourteen days after the educational session, the survey instrument was administered again to assess the impact of the intervention on the students' perceptions and knowledge on dental handpiece reprocessing.

Laboratory tests

Externally washed handpieces. To determine the extent of internal contamination immediately after clinical use in patients, 137 used dental handpieces were washed by hand externally and individually transported to the laboratory in a sterile plastic bag. To remove the internal contaminants, the handpieces were individually immersed in a test tube with 20 mL of sterile distilled water and subjected to ultrasound for 10 minutes at 40 KHz (Digital pro, Chicago IL, USA). The resulting suspension was tested by ATP-consequential bioluminescence and aerobic bacteriology. After the sample was collected, the dental handpieces were autoclaved and returned to the clinic.

Externally washed and sterilized hand pieces. For comparison, after a second clinical use, the externally washed dental handpieces were re-collected and autoclaved, then subjected to ultrasound. The resulting suspension was tested by ATP and placed on plates with culture medium. After the sample collection, the dental handpieces were autoclaved again and returned to the clinic.

ATP bioluminescence assessment. The ATP test was performed using the 3M Clean-Trace® ATP water test kit (3M, Saint Paul, USA). Samples were taken from the suspension obtained after ultrasound. The relative light units (RLUs) were measured using the Clean-Trace® handheld luminometer. Sterile distilled water was used as a negative control. After external manual washing, the ATP test yielded a median of 5178.57 RLUs with standard deviation \pm 6680.91. By contrast, externally washed and sterilized dental handpieces produced 52.86 RLUs with standard deviation \pm 73.95 ($p = 0.001$, 95% CI 3997.68-6253.75), as shown in *Table 1*.

Aerobic bacteriology. After being subjected to ultrasound, the samples were diluted in 1:10 series in saline phosphate buffer and 0.1 mL were spread over trypticase soy agar (Neogen corporation, Lansing MI) medium and incubated aerobically for 24 hours at 37 °C. Bacteria isolated from externally washed but not sterilized handpieces included *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Escherichia*, and *Meningococcus*.

Statistical analysis

The internal consistency of the questionnaire was tested using Cronbach's α coefficient, which provides a measure of the item's reliability. A Cronbach α of 0.7 is considered an acceptable agreement level.⁹ The survey responses were entered in a database from which the frequency tables were obtained. Differences in responses before and after the educational intervention were analyzed using the t-test of paired samples using the IBM SPSS statistical package (V23®, New York, USA). A $p \leq 0.05$ was considered statistically significant. The results are presented as rounded percentages.

RESULTS

The students that participated in the survey (15 men and 45 women) had a median age of 22 years. All of them answered the complete questionnaire (100% response rate, Cronbach $\alpha = 0.704$).

Perception survey. The comparison of their «strongly agree» perceptions, on a Likert-like scale, showed a 2 to 92% increase in the agreement on «I must wash, lubricate, and sterilize the dental handpiece between patients» after the educational intervention. Students also expressed an improvement in their perception that «The patient should be treated with a sterile handpiece», «The patient deserves to be treated with a sterile handpiece», «I can infect my patients by using a contaminated handpiece» (*Table 2*).

Knowledge survey

Through the educational intervention, the students learned that sterilizing the handpiece in autoclave is «the gold standard» ($p = 0.001$), as shown in *Figure 1*. They also seemed more interested in knowing the manufacturer's instructions on handpiece reprocessing ($p = 0.071$), and the correct identification of parts as semi-critical instruments increased to 72% after the intervention. They responded systematically (95 and 97%, respectively) that their professors had ordered them to use chemical solutions for the reprocessing of dental handpieces.

DISCUSSION

Our results show that the students' perceptions and knowledge on dental handpiece reprocessing improved after an educational intervention in which ATP bioluminescence and aerobic bacteriology revealed internal handpiece contamination.

Social desirability was not evident in the students' perceptions in the first survey (before the intervention) but may be present in the results of the second (after the intervention). The intention may be more positive than the behavior toward the patient.¹⁰ A follow-up study would confirm whether students exposed to this learning experience would integrate handpiece sterilization into their clinical practice. However, the challenge remains for students to form their future professional criteria based on what professors teach them and what competences they must possess according to the dental school program. In a recent survey of 207 graduate dentists from 43 different schools in Latin America, only 35% reported receiving training to sterilize the handpiece between patients.⁵

Interestingly, students often agreed that «the patient should be treated with a sterile handpiece» rather than «the patient deserves to be treated with a sterile handpiece». This observation justifies further research into what appears to be a failure in dental education to generate empathy for patients.

Immersion in disinfectants is inadequate for handpiece reprocessing.¹¹ However, before the educational intervention, 60% of the participating students wrongly expressed that handpieces could be sterilized by immersion in chemical solutions and more than 95% of them stated that some professors recommended the use of chemical solutions to reprocess dental handpieces. In this region, a number of deficiencies persist in infection control education.² Evidence-based infection control procedures are mostly published in English; therefore, some members

of the faculty of the dental school may not know them due to language barriers and limited access to major professional publications. In addition, few professors attend important scientific meetings abroad, where they may be exposed to current professional standards.

One possible limitation of this research is the size and selection of the sample, as well as the follow-up time between the two surveys. Continuing education can further improve the desired effects, so this intervention should be applied over a longer period of time. The follow-up of students who have already graduated and the knowledge and perspective of the teachers warrant further research. The assessment of teachers through a survey would provide more specific data on student deficiencies that would lead to continuous improvement strategies to enhance the quality of education.

In conclusion, this study found that the students' perceptions and knowledge of dental handpiece reprocessing improved after an educational intervention. Dental schools are valuable resources for society. To continue educating future dental professionals and serving their communities by offering safe, high-quality dental treatment, dental schools in Latin America must update their libraries and disseminate relevant information to all their professors and students through available digital social networks. Faculty heads can search for resources available in the Organization for Security, Asepsis and Prevention (OSAP), among other relevant organizations.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Dr. Carlo Medina Solís for his valuable comments and suggestions.

Conflict of interest: This work was carried out with material resources available at the participants' institutions and without financial support of third parties. The authors have no potential conflict of interest to declare.

REFERENCIAS / REFERENCES

1. Deshpande A, Smith GW, Smith AJ. Biofouling of surgical power tools during routine use. *J Hosp Infect.* 2015; 90: 179-185.
2. Acosta E, Borges A, Castillo L et al. Infection control attitudes and perceptions among dental students in Latin America: implications for dental education. *Int Dent J.* 2008; 58: 187-193.
3. Centers for Disease Control and Prevention. Summary of Infection Prevention Practices in Dental Settings: Basic Expectations for Safe Care. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, US Dept of Health and Human Services; October 2016. Available at: www.cdc.gov/oralhealth/infectioncontrol/pdf/safe-care2.pdf.

4. Porteous NB, Bizra E, Cothron A, Yeh CK. A survey of infection control teaching in U.S. dental schools. *J Dent Educ.* 2014; 78 (2): 187-194.
5. Osegueda-Espinosa AA, Sánchez-Pérez L, Perea-Pérez B, Labajo-González E, Acosta-Gio AE. Dentists survey on adverse events during their clinical training. *J Patient Saf.* 2017. doi: 10.1097/PTS.0000000000000296. [Epub ahead of print]
6. Carling P. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. *Am J Infect Control.* 2013; 41 (5 Suppl): S20-S25.
7. Alfa MJ. Monitoring and improving the effectiveness of cleaning medical and surgical devices. *Am J Infect Control.* 2013; 41 (5 Suppl): S56-S59. doi: 10.1016/j.ajic.2012.12.006.
8. Alfa MJ, Olson N, Murray BL. Comparison of clinically relevant benchmarks and channel sampling methods used to assess manual cleaning compliance for flexible gastrointestinal endoscopes. *Am J Infect Control.* 2014; 42 (1): e1-e5.
9. Nunnally JC, Bernstein IH. *Psychometric theory.* 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1994.
10. Freire DN, Pordeus IA, Paixão HH. Observing the behavior of senior dental students in relation to infection control practices. *J Dent Educ.* 2000; 64 (5): 352-356.
11. Kohn WG, Collins AS, Cleveland JL, Harte JA, Eklund KJ, Malvitz DM; Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for infection control in dental health-care settings--2003. *MMWR Recomm Rep.* 2003; 52 (RR-17): 1-61.

Dirección para correspondencia /
Mailing address:
Dr. Ulises Velázquez-Enríquez
E-mail: ulisesvelazqu@hotmail.com
uvelazqueze@uaemex.mx