



# Método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito: análisis comparativo entre pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, estudio in vitro

## Neutrosophic method for the evaluation of the effect of pool water chlorination in Quito: comparative analysis between acid and neutral pH on superficial dental enamel, in vitro study

José Israel Castillo González<sup>1</sup>, Andrea Katherine Miranda Anchundia<sup>2</sup>, and Liset Camaño Carballo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Especialista en Prótesis Dentaria. Docente de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5033-6763>. E-mail: [uj.josecastillo@uniandes.edu.ec](mailto:uj.josecastillo@uniandes.edu.ec)

<sup>2</sup> Especialista en Periodoncia. Magister en gerencia en Servicios de la Salud. Docente de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7183-2267>. E-mail: [uq.andreamiranda@uniandes.edu.ec](mailto:uq.andreamiranda@uniandes.edu.ec)

<sup>3</sup> Especialista en Cirugía General. Docente de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5668-8842>. E-mail: [ua.lisetcamano@uniandes.edu.ec](mailto:ua.lisetcamano@uniandes.edu.ec)

**Resumen.** El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación in vitro del efecto que produce la cloración del agua de piscina con pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, evaluándolo a través de la prueba de microdureza. La presente investigación propone un método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito. Se desarrolla un análisis comparativo entre pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, estudio in vitro. A partir de la estimación se realizó un estudio experimental utilizando 23 piezas permanentes y obteniendo 45 especímenes, divididos en tres grupos. Un grupo de 15 especímenes fue expuesto al agua de piscina con pH 5, otro grupo de 15 especímenes al agua de piscina con un pH de 7, ambos por 60 horas y el último grupo corresponde al grupo control. Como resultados, estadísticamente no se encontró diferencia significativa de la microdureza del esmalte superficial en el grupo sometido al agua de piscina de 7, comparado con el grupo control; sin embargo, en la muestra expuesta al agua de piscina de 5,5 si hallamos una diferencia significativa. Como conclusiones encontramos el pH de 7 en una piscina es un pH adecuado; mientras que la piscina con pH 5 resultó nocivo para el esmalte dentario superficial, disminuyendo significativamente su microdureza superficial en piezas permanentes tras una exposición de 60 horas.

**Palabras Claves:** Erosión, Esmalte dental, Microdureza Superficial.

**Abstract.** The objective of this work was to develop a neutrosophic method for the in vitro evaluation of the effect produced by the chlorination of swimming pool water with high and neutral pH on superficial dental enamel, evaluating it through the micro-hardness test. This research proposes a neutrosophic method for the evaluation of the effect of chlorination of swimming pool water in Quito. A comparative analysis between high and neutral pH on superficial dental enamel is developed, in vitro study. From the estimation, an experimental study was carried out using 23 permanent pieces and obtaining 45 specimens, divided into three groups. A group of 15 specimens was exposed to pool water with a pH of 5, another group of 15 specimens to pool water with a pH of 7, both for 60 hours and the last group corresponds to the control group. As a result, no statistically significant difference was found in the microhardness of the superficial enamel in the group subjected to pool water of 7, compared to the control group; however, in the sample exposed to pool water of 5.5 we did find a significant difference. As conclusions we find the pH of 7 in a pool is an adequate pH; while the pool with pH 5 was harmful to the superficial dental enamel, significantly reducing its superficial microhardness in permanent pieces after an exposure of 60 hours.

**Keywords:** Erosion, dental enamel, Surface Microhardness.

## 1 Introducción

La presente investigación se refiere a la pérdida de sustancia del tejido dental, reportado ya hace muchos años atrás ya que el hombre ha utilizado su dentadura como instrumento para diferentes tareas, con ellos ha cortado y masticado sus alimentos, entre otras actividades. Fajardo indicó que ésta pérdida de sustancia del tejido dental pudo darse por otros factores, entre estos encontrábamos enfermedades emergentes y hábitos alimenticios incluido ingesta de ácidos [1]. Acotando a esto en los estudios realizados en Perú, Zelada y Reyes encontraron que eventos deportivos como la natación, afectaba la cavidad bucal gracias al medio donde se desarrollaba, actuando directamente sobre el esmalte dentario superficial [2].

De acuerdo a las investigaciones realizadas, Tortolini afirmó que la erosión dental estaba ligada a una pérdida progresiva de esmalte dental y de tejido dentario, provocado por sustancias ácidas con las que habitualmente teníamos contacto [3]. De igual manera Lussi indicó que durante toda la vida, los dientes estaban expuestos a factores físicos y químicos que habrían contribuido al desgaste del tejido duro dental [4]. Así mismo en 2006 Collet mencionó que la erosión dental, no era más que un desgaste de tejidos mineralizados, donde no hubo intervención de microorganismos [5].

Arnadottir et. al., habló también sobre la erosión, explicó que esta se habría producido como resultado de una pérdida localizada, crónica y patológica del tejido duro dental, esta pérdida de sustancia se la identificó como un problema de salud oral presente en niños y adultos [6]. Sin embargo, este desgaste dental no fue evidente hasta que el paciente refirió síntomas de sensibilidad, ha existido dificultad al momento de su diagnóstico por diferencias en el criterio clínico.

El término erosión, derivó del verbo latino *erodere*, erosi, cuyo significado era roer, corroer, esta patología presentaba manifestaciones clínicas directamente sobre la superficie afectada. Collet describió a las manifestaciones clínicas de la erosión, redondeamiento de cúspides o pérdida de tejido de forma plana en las superficies lisas cuando solo hubo compromiso de esmalte y cuando existió compromiso dentario observó superficies cóncavas con borde liso y superficie pulida y lisa [7]. Acotando a esto, [6] describió la presencia de erosión en el esmalte dental como una superficie blanda con presencia de concavidades y escalones que pudieron incluso llegar a dentina.

Es así como [7] clasificó a la erosión dental de acuerdo con su severidad en tres clases; la primera lesión comprometió exclusivamente la superficie adamantina, la segunda afectó menos de un tercio de la superficie comprometiendo esmalte y dentina, la tercera clase es una lesión generalizada afectando más de un tercio de la superficie, de igual manera comprometió esmalte y dentina.

En [4] se explicó que la pérdida de sustancia del tejido dental se produjo gracias a diversos factores extrínsecos, intrínsecos e idiopáticos. Se refirió a los factores extrínsecos a aquellas sustancias químicas que en contacto íntimo con la pieza dental destruyeron el tejido, ya que afectaron de manera gradual al esmalte dentario superficial.

La condición sanitaria óptima de una piscina de natación, ha evitado una serie de enfermedades transmisibles entre bañistas, la forma en que se ha mantenido desinfectada a una piscina, es gracias al hipoclorito de sodio o cloro en gas, de esta manera ha cumplido su función de forma positiva, sin embargo, sin un control respectivo el agua baja su pH tornándose ácido.

Geurtse mencionó que el pH ideal de una piscina debe estar entre 7, 2 y 8. Acotando a esto Scheper, Amerongen & Maj mencionaron que los pacientes que realizan este deporte presentaban dos condiciones, cloración de los dientes y erosión dental, ambas producidas con un pH de 5 o inferior a este [8].

Lanata describió que este problema erosivo pudo deberse a factores ambientales, mencionó ácidos exógenos como los de algunas fábricas o piscinas con deficiente mantenimiento y presentaban bajo pH [9]. De igual manera Garone & Valquiria presenciaron lesiones erosivas en piezas dentales de nadadores que cursaban sus entrenamientos en piscinas sin control adecuado [10].

La Asociación Americana de Salud Pública (*American Public Health Association*) recomendó que el óptimo pH de piscina es de 7.2-8.0. Si se alteró este valor de pH la salud oral pudo verse afectada por el agua de piscina, provocando la denominada “erosión de los nadadores”, una enfermedad, dolorosa, irreversible y costosa. Considerando a la natación como un deporte beneficioso para la salud en general, practicarlo no ha debido comprometer riesgos en la salud bucal.

Para evaluar el efecto erosivo del agua de piscina sobre la superficie del esmalte dental, han existido diferentes métodos químicos, físicos (microdurometro), análisis digital de imágenes, microscopio de barrido, observación del diente extraído, etc.

La literatura revisada sobre el tema en su mayoría son estudios realizados de manera *in vitro*, directamente sobre las piezas dentales de nadadores, por lo tanto, no se ha encontrado muchas referencias de manera *in vitro*, a pesar de que en los mencionados estudios se trabaja con limitadas variables, cabe destacar la rapidez con que los resultados están disponibles y así tomar medidas preventivas para evitar daños en la población. Es deber de las autoridades de salud pública prevenir daños al esmalte y dentina dental, considerando a la natación bueno para la

salud en general, es necesario prestar atención a la salud bucal tomando las medidas necesarias.

La investigación se realizó tomando muestras de agua de nueve piscinas ubicadas en Quito, se procedió a medir el pH de cada piscina, luego de los resultados obtenidos se eligió una piscina con el más bajo pH y otra con pH neutro.

Para la recolección de la muestra se extrajeron 23 terceros molares con fines terapéuticos. Se consideraron 23 piezas dentales sanas, sin caries ni restauraciones de ningún tipo, además, no poseían enfermedades que afecten su estructura dentaria. Se procedió a separar la corona de la raíz de la pieza dental y posteriormente se realizó un corte siguiendo el eje longitudinal de la pieza separando la parte vestibular de la palatina o lingual respectivamente.

Se conformaron 45 bloques de acrílico y se dividió 3 grupos: 15 especímenes en el grupo de agua de piscina ácida, 15 en el grupo de agua de piscina neutra y 15 en el grupo control para luego ser analizada su microdureza con el microdurómetro. El propósito de realizar este estudio es evaluar de forma in vitro el efecto erosivo que produce la cloración del agua de piscina sobre el esmalte dentario superficial, evaluándolo con el microdurómetro a través de la prueba de microdureza, con el fin de alertar a la población y prevenir este problema.

El microdurómetro como su nombre lo indica es utilizado para valorar la dureza en un determinado material, para realizarlo utiliza varios métodos como Brinell, Vickers, Microvickers. Aplica una fuerza determinada en kilogramos sobre un objeto penetrador produciendo así una huella, generalmente de forma romboide, la cual es medida en micras gracias a un microscopio y así obtenemos la dureza de ese objeto.

Una vez elegido el elemento a penetrar se elige la fuerza en kilogramos que vamos a utilizar para penetrarlo, el objeto penetrador suele ser de diamante y posee una punta de forma romboide.



Figura 1. Microdurómetro.

Dependiendo del grado de profundidad de la huella podemos conocer la dureza del material a investigar, por medio del microscopio y una escala en micras añadido a éste, podemos llevar a la fórmula que utilizemos, la más utilizada en la fórmula de Knoop. La dureza de Knoop, HK o KHN, se obtiene con la siguiente fórmula:

*Knoop Hardness Number*

$$K.H.N = \frac{F}{A} = \frac{F}{L^2}$$

Dónde:

Ap = área en el objeto indentado en mm<sup>2</sup>

L = longitud en mm

$$Lu = \frac{F}{1000}$$

Lu= (longitud de la diagonal en u) \* (fau)

fau= factor de amplitud ocular

Factor para 10x = 0,8475

Para realizar esta prueba es necesaria tan solo una pequeña cantidad de la muestra a estudiarse, la principal desventaja es que al necesitar de un microscopio para medir la longitud puede existir un rango de error 0,5 micrometros, además que requiere de mucho tiempo para llevarla a cabo.



Figura 2. Punta de Diamante

## 2 Método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico multicriterio para para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina. El método basa su funcionamiento a partir de la lógica neutrosófica para representar la incertidumbre mediante la utilización de operadores para la agregación de información [11-14].

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo sobre para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina. Emplea un enfoque multicriterio multiexperto donde a partir de indicadores evaluativos se definen la base sobre la cual se realiza la inferencia[15, 16]. Posee una etapa de procesamiento que realiza el análisis matemático de la solución y por último se generan las evaluaciones del efecto de la cloración del agua de piscina como parámetro de salida del método[17-20].

El proceso para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina [14, 16, 17], está formado por cuatro actividades básicas (definición de los indicadores evaluativos, determinación de los pesos asociados a los indicadores, agregación de las informaciones y generación de las evaluaciones) que se describen a continuación[21-24]:

### Actividad 1 Definición de los indicadores evaluativos:

La actividad de determinación de los indicadores evaluativos, utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Consiste en obtener los indicadores evaluativos para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina a partir de la opinión de expertos que intervienen en el proceso. Se recomienda convocar y reunir entre 5 expertos que participen en el proceso.

### Actividad 2 Determinación de los pesos asociados a los indicadores:

A partir de los indicadores obtenidos en la actividad anterior, se procede a realizar la valoración de estos para determinar los pesos asociados a cada vector. Se emplea la utilización de los expertos en el proceso como parte del desarrollo de la actividad propuesta.

### Actividad 3 Agregación de las informaciones:

La agregación de información es la actividad más importante del método, representa un mecanismo utilizado en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, para la evaluación o decisión, consiste en la transformación de un conjunto de datos (conjunto difuso) en un único elemento [25], [26],[27] , [28].

**Definición 1: Operador T-norma.** Un operador  $T: [0,1] * [0,1] \rightarrow [0,1]$  es un operador T-norma si cumple las siguientes propiedades:

1. Conmutativa  $T(x, y) = T(y, x)$ .

2. Asociativa  $T(x, T(y, z)) = T(T(x, y), z)$ .
3. Monótono creciente  $T(x, y) > T(x, y')$  si  $x \geq x' \cap y \geq y'$ .
4. Elemento neutro  $T(x, 1) = x$ .

Los operadores de agregación de información Suma Ponderada Ordenada (OWA) permiten la agregación de información de acuerdo a parámetros predefinidos, obteniéndose un valor representativo. Un decisor puede agregar la información en función del grado de optimismo o pesimismo deseado, [29],[30], [31] .

**Definición 2: Operador OWA.** Una función  $F: R^n \rightarrow R$ , es un operador OWA de dimensión n si tiene un vector asociado W de dimensión n tal que sus componentes satisfagan [32], [31], [33]:

- 1)  $W_i \in [0,1]$ ,
- 2)  $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ , y
- 3)  $F(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n W_i b_i$

Donde  $b_i$  es el J-ésimo más grande de los  $a_i$ .

Se puede expresar el operador agregación mediante una notación vectorial tal como se representa en la ecuación 1:

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n) = W^t B \tag{1}$$

Donde:

**W:** es el vector OWA de peso asociado con la agregación.

**B:** es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es  $b_j$  siendo este el j-ésimo más grande de los  $a_i$ .

Los números neutrosóficos se pueden expresar en la lógica neutrosófica como se muestra en [34], [35],[36] :

Sean

$$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}^n,$$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a  $N$  , a partir de cada sentencia p se tiene [37], [24], [38], [39]:

$$v(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un operador OWA Neutrosófico como una 2-tupla (W, B) tal como representa la ecuación 3.

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n) = W_{(T,I,F)}^t B_{(T,I,F)} \tag{3}$$

Donde:

**W:** es el vector OWA de peso asociado con la agregación que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación  $(T, I, F)$ .

**B:** es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es  $b_j$  siendo este el j-ésimo más grande de los  $a_i$ , que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación  $(T, I, F)$  [20, 40, 41]

El método propuesto basa el proceso de agregación mediante el operador OWA para números neutrosóficos [42].

#### Actividad 4 Generación de las evaluaciones:

Una vez agregada la información, se obtiene como resultado las evaluaciones derivadas del proceso, representan las informaciones la salida del método para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina.

### 3 Implementación del método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito

La presente sección describe una ejemplificación de los resultados, en el cual es posible aplicar el método propuesto. El estudio se realiza para la evaluación del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de par-tes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores.

A continuación se describen los principales elementos del método implementado

**Actividad 1: definición de los indicadores evaluativos.**

Durante el proceso de obtención de información para la definición de los indicadores evaluativos, se obtuvo como resultado un total de 4 indicadores. La Tabla 1 muestra los criterios obtenidos.

**Tabla 1:** Indicadores evaluativos.

<b>Criterios</b>	<b>Indicador</b>
C <sub>1</sub>	Fragmentos de Esmalte Dentario
C <sub>2</sub>	Erosión
C <sub>3</sub>	Piscina con pH ácido
C <sub>4</sub>	Piscina con pH neutro

**Actividad 2 Determinación de los pesos asociados a los indicadores:**

Con el empleo de un enfoque mutiexperto, se determinan los pesos atribuidos a cada criterio. Para el proceso se consultaron cinco expertos los cuales emitieron sus valoraciones. Como resultado final se obtuvieron los vectores de pesos asociados a cada indicador. La tabla 2 muestra los resultados obtenidos después de la agregación de los resultados emitidos por los expertos[43-46].

**Tabla 2:** Vectores de pesos asociados a los indicadores.

<b>Criterio</b>	<b>W (T, I, F)</b>
C <sub>1</sub>	[0.75, 0.12,0.10]
C <sub>2</sub>	[0.80, 0.25,0.20]
C <sub>3</sub>	[0.85, 0.15,0.10]
C <sub>4</sub>	[0.95, 0.25,0.10]

**Actividad 3 Agregación de las informaciones:**

A partir del procesamiento que se realiza de entre los vectores de pesos asociados de los indicadores y las preferencias obtenidas de la institución utilizada en el caso de estudio, se realiza el proceso de agregación de información a partir de lo expresado en la ecuación 3. Para el proceso de agregación se realiza un ordenamiento de los indicadores evaluativos. La tabla 3 presenta el resultado de los valores obtenidos durante el proceso de agregación.

**Tabla 3:** Resultado del proceso de agregación.

<b>Criterio</b>	<b>Pesos</b>	<b>Preferencias</b>	<b>Agregación</b>
C <sub>1</sub>	[0.75, 0.12,0.10]	[0.75, 0.12,0.10]	[0,75, 0.10,0.15]
C <sub>2</sub>	[0.80, 0.25,0.20]	[1, 0.10,0.15]	[0,90, 0.10,0.15]
C <sub>3</sub>	[0.85, 0.15,0.10]	[0.5, 0.10,0.10]	[0,67, 0.10,0.15]
C <sub>4</sub>	[0.95, 0.25,0.10]	[0.8, 0.15,0.10]	[0,87, 0.15,0.15]
Índice			[0,80, 0.10,0.15]

**Actividad 4 Generación de las evaluaciones:**

A partir del análisis referido de los datos de la tabla 3 se genera la evaluación donde se identifica que el índice de para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina es de un 0.80, representando un alto índice de éxito sobre la aplicación del tratamiento sobre el caso objeto de estudio.

**4 Análisis experimental**

El presente estudio es de tipo experimental ya que recrearemos el fenómeno de objeto de estudio e indagarlo con normas estrictas para poder establecer con seguridad la relación causa- efecto. Es de laboratorio ya que recreamos artificialmente las condiciones donde realizamos la investigación. Descriptivo ya que interpretamos los valores de microdureza de los especímenes (piezas dentales) sometidos en piscinas con diferente pH. Comparativo ya que se evaluó el efecto que produce una piscina con pH ácido y una con pH neutro. Además, Es de tipo aplicado ya que los conocimientos obtenidos en las investigaciones servirán para beneficio de la sociedad[43, 44, 47, 48].

Para la recolección de la muestra se extrajeron 23 terceros molares con fines terapéuticos. Se consideraron 23 piezas dentales sanas, sin caries ni restauraciones de ningún tipo, además, no poseían enfermedades que afecten

su estructura dentaria. Se procedió a separar la corona de la raíz de la pieza dental y posteriormente se realizó un corte siguiendo el eje longitudinal de la pieza separando la parte vestibular de la palatina o lingual respectivamente[45, 46, 49, 50].

Se conformaron 45 bloques de acrílico y se analizó en el microscopio incorporado en el microdurometro que no poseyeran grietas ni líneas de fractura. Finalmente, la muestra de 45 especímenes se dividió en 3 grupos: 15 piezas en el grupo de agua de piscina ácida, 15 en el grupo de agua de piscina neutra y 15 en el grupo control.

Para la obtención del agua de piscina se decidió tomar muestras de nueve piscinas ubicadas en Quito y medir su pH utilizando tiras de papel para pH y así utilizar la piscina con más bajo pH.

Como Criterios de Inclusión se tomaron en cuenta: Terceros molares extraídos por no cumplir función en la cavidad bucal, por encontrarse en una mala posición, por provocar hiperplasia a nivel de carrillo; Piezas sanas, sin caries ni restauraciones y sin enfermedades a nivel formativo de la estructura dental; Piezas que no posean grietas ni líneas de fractura al ser observadas al microscopio.

Los criterios de Exclusión fueron los siguientes: Piezas dentales con caries a nivel proximal; Piezas dentales con problemas a nivel radicular; Piezas dentales temporales.

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

Variables	Concepto	Dimensión	Indicador	Escala
<b>Fragmentos de Esmalte Dentario</b>	Tejido adamantino, capa más externa del diente compuesta por hidroxiapatita.	Estructura del esmalte. Espesor del esmalte. Dureza del esmalte.	Rango de microdureza superficial del esmalte desmineralizado utilizando la fórmula Knoop. $K.H.N = \frac{L}{L^2} = \frac{1}{L}$ Dónde: Ap = área en el objeto indentado en mm <sup>2</sup> L = longitud en mm Lu= (longitud de la diagonal en u) * (fau) fau= factor de amplitud ocular 10x = 0,8475	Cuantitativa de intervalo en (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>Erosión</b>	Manifestación clínicamente evidente que se presenta por la pérdida progresiva e irreversible del tejido dental duro	Grado de dureza de la estructura, oponiéndose a la penetración de un objeto, rayado o deformaciones. Método de diagnóstico para medir la lesión erosiva, (microdurometro)	Microdurometro.	Cuantitativa de intervalo en (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>pH</b>	El pH se refiere a la concentración de iones <u>hidronio</u> [H <sub>3</sub> O] <sup>+</sup> .	Alcalinidad neutra Acidez	Tiras de pH.	Cuantitativa de intervalo

<b>VARIABLES</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Piscina con pH ácido</b>	Depósito artificial con agua que es utilizado con fines recreativos, deportivos y decorativos.	Cantidad de cloro en la solución.	Se evalúa el grado de acidez que conserva la solución con tiras de pH.	Cuantitativa
<b>Piscina con pH neutro</b>	Depósito artificial de agua que se utiliza con fines recreativos, deportivos o decorativos	Cantidad de cloro en la solución.	Se evalúa el grado de acidez o alcalinidad que conserva la solución con tiras de pH.	Cuantitativa

La obtención de los especímenes fue realizado en el consultorio, “Centro Odontológico” ubicado en el sector norte de la ciudad de Quito, todos los pacientes fueron de nacionalidad ecuatoriana y su edad estaba entre 25 y 38 años de edad.

Las piezas dentarias luego de la extracción fueron limpiadas de restos de tejido de inserción y lavada a través de la jeringa triple para luego ser sometidas a una profilaxis. Se tomará en cuenta los criterios de inclusión y exclusión para someter los especímenes a los siguientes pasos.

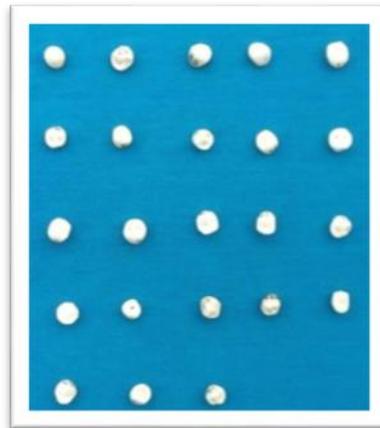
La adecuación de los especímenes, consisten en la superficie del diente expuesta y el resto ubicado en una estructura de acrílico de forma ovalada. Cada espécimen se almacenara en un frasco estéril lleno de suero fisiológico para luego ser sometida en los frascos con el agua de piscina seleccionada.

Se decidió tomar muestras de agua de nueve piscinas ubicadas en Quito, se midió su pH utilizando tiras de papel para pH, de esta forma la piscina con más bajo pH y la piscina con agua neutra serán las seleccionadas para el experimento. Es así que las muestras de la piscina del colegio Sebastián de Benalcázar con un pH de 7 (neutro) y la piscina de Fundeporte con un pH de 5 (ácido) fueron las seleccionadas para el experimento.

**Tabla 2.** Piscinas de Quito con diferentes pH.

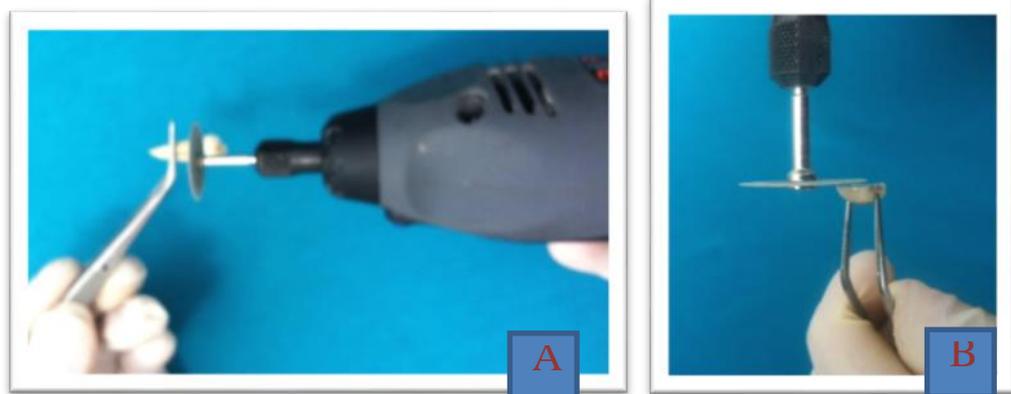
<b>Ubicación de la piscina</b>	<b>pH</b>
Piscina Colegio Sebastian de Benalcazar	7
Concentración Deportiva de Pichincha	7
Club Batán (Iñaquito)	7
Club Regatas	7
Centro Activo Propiedad del Pueblo (Iñaquito)	6
Piscina de Miraflores	6
Piscina Colegio Mejía	6
Piscina Colegio Montufar	6
Piscina de Fundeporte	5

Para la preparación y Obtención de las Muestras de Esmalte Dentario, se utilizó el disco de diamante (Masterdent) colocado a un micromotor (DREMEL 300), Se realizó la separación de las corona de su respectiva raíz de las 23 piezas dentales. En la figura 3 podemos observar los fragmentos coronales dentales que utilizamos.



**Figura 3.** Coronas Dentarias

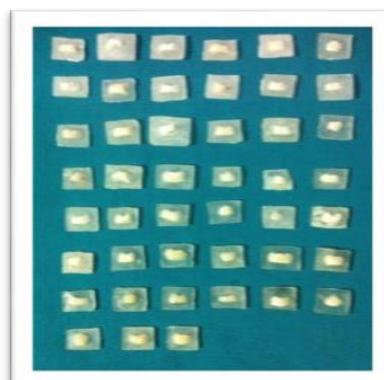
Posteriormente se separaron las caras vestibulares de las palatinas y linguales respectivamente, siguiendo el eje longitudinal de mesial a distal. Aquellos fragmentos de esmalte fueron almacenados en recipientes estériles que contenían saliva artificial.



**Figura 4.** Corte de las piezas dentales. A. separación corono-ápice. B. separación longitudinal de la corona.

La adecuación de los especímenes, consisten en la superficie del diente expuesta y el resto ubicado en una estructura de acrílico de forma ovalada. Utilizando moldes de plástico y aislados con vaselina (petrol) se procedió a colocar acrílico blanco de autocurado (veracril), en su etapa plástica se colocó un fragmento de diente en cada molde dejando su superficie libre de acrílico para poder realizar el análisis en esta parte.

Se buscó el mayor paralelismo posible en una superficie plana, luego con el disco de diamante se abrasionó mínimamente la superficie ya que para este estudio es imprescindible que sea lo más plano posible. En la base de cada molde se señaló a que grupo corresponde cada espécimen.



**Figura 5 (A)** Especímenes



**Figura 6. (B)** Pulimento de las superficies de esmalte y fijación de especímenes en cubos de acrílico

Para la definición de los grupos de estudio, se utilizaron 45 fragmentos divididos en tres grupos y los grupos de estudio serán los siguientes.

**Tabla 3.** Grupo de Estudio

Grupo	Número de especímenes	Variables
A	15	Control
B	15	Agua ácida
C	15	Agua Neutra



**Figura 6.** Grupos de estudio en su respectivo frasco.

El Grupo B conformado por 15 fragmentos, fueron retiradas de su envase con saliva artificial, para realizarles profilaxis con pasta de piedra pómez y un cepillo profiláctico adaptado a la pieza de mano de baja velocidad (NSK) durante 5 segundos. Posteriormente se los seco utilizando la jeringa triplex con aire por 10 segundos.

Se colocaron los especímenes en un frasco lleno de agua de piscina ácida de pH 5 (Piscina de Fundeporte), analizándola previamente con tiras de pH, permanecieron sumergidas durante 3 horas diarias (mínimo de horas de entrenamiento de un deportista de natación profesional), luego se lavó y se secó a presión las muestras con jeringa triplex, para nuevamente ser almacenados en su frasco con suero fisiológico. Este proceso se lo repitió cada día, tratando de que sea a la misma hora entre las 7 pm y 10 pm; exceptuando los días sábados y domingos así permanecieron sumergidas durante 20 días, de esta forma se analizó el grado de erosión que sufren las piezas dentales de un deportista durante un mes de entrenamiento en un ambiente ácido.



**Figura 7.** Medición del agua de piscina con tiras de pH indicando un pH de 5 para la piscina ácida.



**Figura 8.** Profilaxis con pasta profiláctica y piedra pómez mediante micromotor (NSK).



**Figura 9.** Colocación de los especímenes en su frasco con saliva artificial y paso al agua ácida durante 3 horas.

Grupo C constituido por 15 fragmentos de esmalte de igual se los retiro de su envase con saliva artificial para someterlos a una profilaxis con pasta de piedra pómez y cepillo profiláctico en la pieza de mano de baja veloci-

José I. Castillo G., Andrea K. Miranda A., Liset Camaño C. Método neutrosófico para la evaluación del efecto de la clo-ración del agua de piscina en Quito: análisis compa-rativo entre pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superfi-cial, estudio in vitro

dad (NSK) durante 5 segundos. Se los seco utilizando la jeringa triplex con aire por 10 segundos.

Se introdujeron los 15 especímenes en el frasco lleno de agua de piscina neutra 7, analizándola previamente con tiras de pH, de la misma forma que el grupo anterior se permanecieron sumergidas durante 3 horas diarias (mínimo de horas de entrenamiento de un deportista de natación profesional), para posteriormente ser lavadas y se secadas a presión con jeringa triplex, para nuevamente ser almacenados en su frasco con suero fisiológico. Este proceso se lo repitió cada día, tratando de que sea a la misma hora entre las 7 pm y 10 pm; exceptuando los días sábados y domingos, de esta manera fueron sometidas durante 20 días, de esta forma se analizó el grado de erosión que sufre una pieza dental de un deportista en un mes de entrenamiento en un ambiente neutro.



Figura 10. Medición del agua de piscina con tiras de pH indicando un pH de 7 para la piscina neutra.



Figura 11. Paso de los especímenes de su frasco con saliva artificial al agua neutra durante 3 horas.

#### 4.1 Análisis a través del microdurómetro.

Luego de enviar una solicitud al laboratorio de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Ejército, para el uso del microdurometro marca Wilson Tukon que se encuentra en este establecimiento para medir la dureza superficial del esmalte.

Se procedió a medir la dureza de cada uno de los especímenes empezando por el grupo A que es de control. La precarga asignada para el indentador sobre el tejido dental fue de 300 gr. Las mediciones fueron realizadas por el autor con la supervisión del Ing. Patricio Riofrío.

Los especímenes se colocaron en la platina incorporada al microdurometro, utilizando el microscopio incorporado en el mismo aparato y utilizando el lente de 10x se buscó un área plana y sin fisuras, para realizar las tres indentaciones. Posteriormente se midió en micras la longitud de cada indentación para someter cada una de ellas a la fórmula de Knoop y al final obtener un promedio de la dureza superficial del esmalte dentario superficial.



**Figura 12.** Durómetro Wilson Tukon ubicado en el laboratorio de análisis de mecánica de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador.

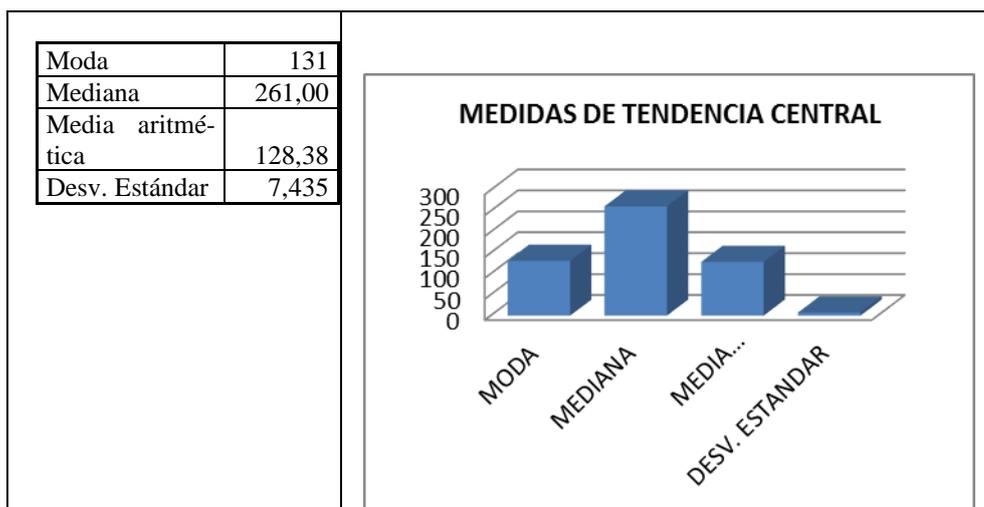
El mismo procedimiento se lo realizó a los 45 especímenes correspondientes a cada grupo. Se realizaron tres indentaciones en cada espécimen y aplicando el mismo método para todos. Para el análisis Estadístico de los Datos de Dureza Superficial, Los datos recolectados a través de la ficha fueron enviados a un profesional Estadístico el cual realizó cálculos de Media X, desviación estándar y rango. Para comparar la variación de dureza superficial de esmalte entre todos los grupos se utilizó la Prueba no paramétrica de Fisher.

## 5 Análisis de los resultados

Los valores de las indentaciones de cada espécimen se recolectaron en tablas elaboradas para la recolección de datos. Estos resultados fueron obtenidos mediante cálculos estadísticos en Excel que se presentan en las tablas No 4.

**Tabla 4:** Resultados de la Indentación del grupo control.

Especímen	GRUPO CONTROL			
	KNOOP con 1ra Indentación	KNOOP con 2da Indentación	KNOOP con 3ra Indentación	Promedio Indentación
<b>C1</b>	138,00	136,00	123,00	132,33
<b>C2</b>	123,00	135,00	123,00	127,00
<b>C3</b>	127,00	118,00	131,00	125,33
<b>C4</b>	132,00	136,00	117,00	128,33
<b>C5</b>	138,00	129,00	125,00	130,67
<b>C6</b>	123,00	138,00	119,00	126,67
<b>C7</b>	131,00	135,00	131,00	132,33
<b>C8</b>	119,00	135,00	120,00	124,67
<b>C9</b>	136,00	117,00	141,00	131,33
<b>C10</b>	130,00	128,00	135,00	131,00
<b>C11</b>	119,00	132,00	129,00	126,67
<b>C12</b>	114,00	135,00	131,00	126,67
<b>C13</b>	140,00	131,00	123,00	131,33
<b>C14</b>	133,00	129,00	117,00	126,33
<b>C15</b>	115,00	129,00	131,00	125,00
<b>PROMEDIO</b>				128,38

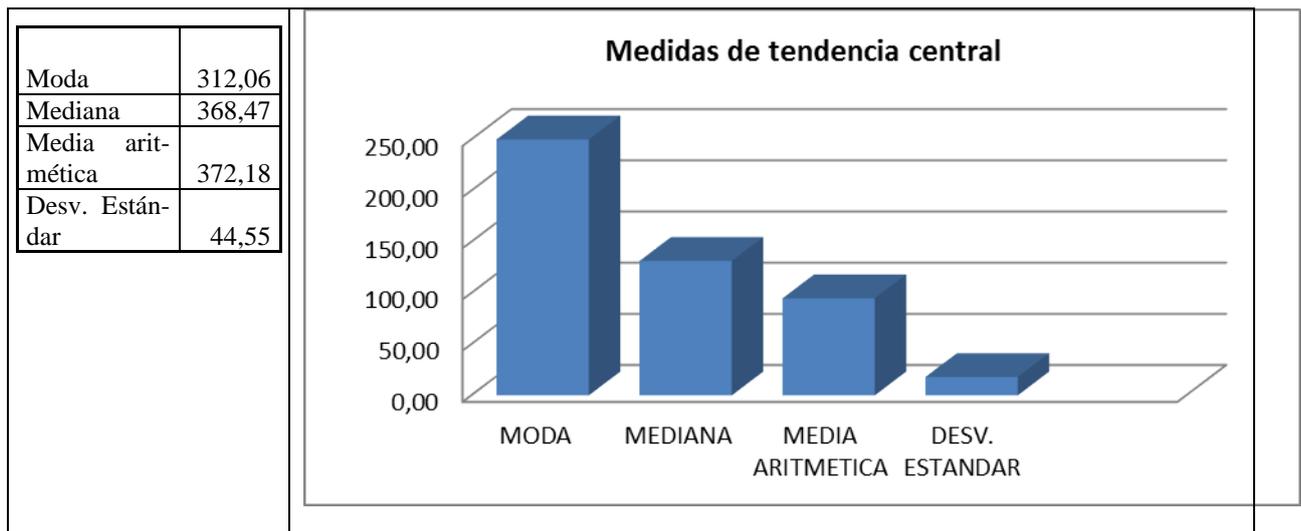


**Fig. 13** Medidas de tendencia central del grupo control

**Tabla 5:** Resultados de la Indentación del grupo piscina pH neutro.

<b>AGUA DE PISCINA NEUTRA</b>				
<b>Espécimen</b>	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Indentación
N1	138,00	136,00	123,00	132,33
N2	123,00	131,00	115,00	123,00
N3	133,00	123,00	117,00	124,33
N4	128,00	133,00	125,00	128,67
N5	117,00	129,00	133,00	126,33
N6	115,00	123,00	138,00	125,33
N7	138,00	128,00	117,00	127,67
N8	138,00	123,00	123,00	128,00
N9	117,00	125,00	138,00	126,67
N10	129,00	125,00	138,00	130,67
N11	136,00	136,00	117,00	129,67
N12	119,00	127,00	125,00	123,67
N13	115,00	127,00	129,00	123,67
N14	129,00	128,00	125,00	127,33
N15	133,00	136,00	115,00	128,00
<b>PROMEDIO</b>				<b>127,02</b>

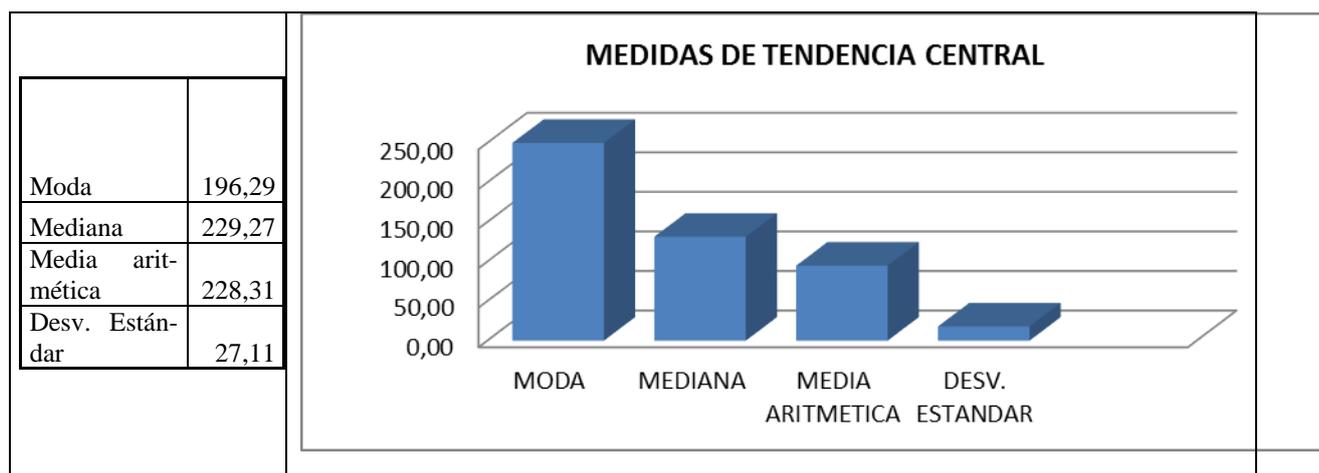
**Fig. 14** Medidas de tendencia central del grupo piscina neutra.



**Fuente:** Laboratorio de análisis de mecánica de la ESPE. **Elaboración:** Ing. José Castillo

**Tabla 6:** Resultados de la Indentación. Grupo Piscina Ácida.

<b>GRUPO AGUA DE PISCINA ÁCIDA</b>				
<b>Espécimen</b>	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Indentación
A1	150,00	170,00	152,00	157,33
A2	154,00	155,00	171,00	160,00
A3	161,00	152,00	154,00	155,67
A4	167,00	171,00	171,00	169,67
A5	174,00	166,00	152,00	164,00
A6	152,00	171,00	150,00	157,67
A7	169,00	174,00	174,00	172,33
A8	150,00	152,00	154,00	152,00
A9	159,00	150,00	152,00	153,67
A10	175,00	171,00	150,00	165,33
A11	174,00	149,00	174,00	165,67
A12	154,00	161,00	174,00	163,00
A13	176,00	162,00	159,00	165,67
A14	173,00	172,00	150,00	165,00
A15	168,00	170,00	159,00	165,67
<b>PROMEDIO</b>				<b>162,18</b>



**Fig. 15.** Medidas de tendencia central del grupo piscina neutra.

**Tabla 7:** Cuadro comparativo del promedio knoop de los especímenes sometidos a condiciones: normales, acción del agua neutra, y agua Ácida.

Espécimen	Knoop control	Knoop piscina neutra	Knoop piscina ácida
1	132,33	123,00	157,33
2	127,00	115,00	160,00
3	125,33	117,00	155,67
4	128,33	125,00	169,67
5	130,67	133,00	164,00
6	126,67	138,00	157,67
7	132,33	117,00	172,33
8	124,67	123,00	152,00
9	131,33	138,00	153,67
10	131,00	138,00	165,33
11	126,67	117,00	165,67
12	126,67	125,00	163,00
13	131,33	129,00	165,67
14	126,33	125,00	165,00
15	125,00	115,00	165,67
<b>PROMEDIO</b>	<b>128,38</b>	<b>125,20</b>	<b>162,18</b>

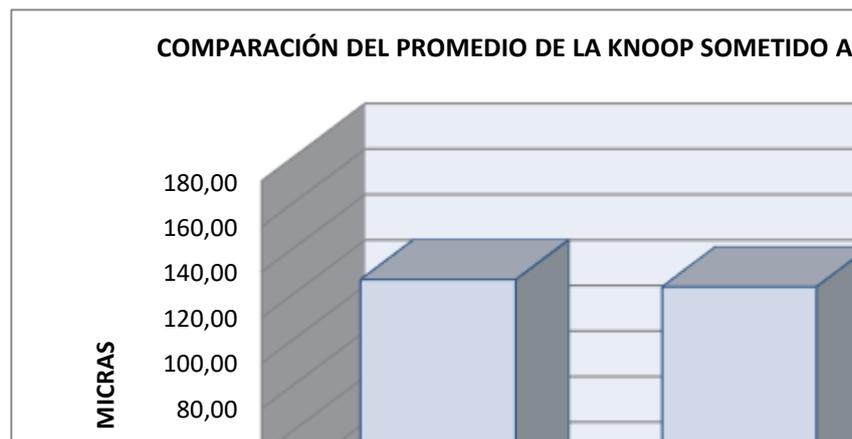


Fig. 16. Comparación del promedio de la dureza Knoop sometido a las diferentes piscinas.

Los resultados mostraron valores diferentes para el grupo de estudio de piscina ácida en comparación con el grupo control y de piscina neutra.

El grupo de piscina ácida disminuyó su valor de dureza superficial demostrando que el agua de piscina ácida produce erosión en el tejido dental sano. Sin embargo el grupo sometido al agua de piscina neutra no disminuyó su dureza superficial en comparación al grupo control.

Una correcta desinfección de la piscina, cuidando el pH del medio acuático, demuestra en este estudio que no afecta la microdureza superficial del esmalte. La prueba de Knoop cumplió con el criterio de normalidad y homogeneidad de varianzas, se halló diferencias significativas entre los valores del grupo de especímenes sometidos al agua de piscina ácida en comparación a los grupos de control y el grupo sometido al agua de piscina neutra.

Tabla 8: Análisis de dureza de knoop. Resultados primer grupo: grupo control

Especímen	Grupo Control			
	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Dureza Knnop
C 1	138 (312,06)	136 (321,35)	123 (392,82)	342,07
C 2	123 (392,82)	135 (326,09)	123 (392,82)	370,58
C 3	127 (368,47)	118 (426,82)	131 (346,31)	380,53
C 4	132 (341,08)	136 (321,32)	117 (434,14)	365,51
C 5	138 (312,06)	129 (357,13)	125 (380,35)	349,84
C 6	123 (392,82)	138 (312,06)	119 (419,67)	374,85
C 7	131 (346,31)	135 (326,09)	131 (346,31)	339,57
C 8	119 (419,67)	135 (326,09)	120 (413,12)	386,29
C 9	136 (321,32)	117 (434,14)	141 (298,93)	351,46
C 10	130 (351,68)	128 (362,74)	135 (326,09)	346,82
C 11	119 (419,67)	132 (341,08)	129 (357,13)	372,63
C 12	114 (457,30)	135 (326,09)	131 (346,31)	376,57
C 13	140 (303,22)	131 (346,31)	123 (392,82)	347,45
C 14	133	129	117	375,74

	(335,97)	(357,13)	(434,14)	
C 15	115 (449,38)	129 (357,13)	131 (346,31)	384,27

**Análisis de dureza de Knoop.**

**Tabla 9:** Tercer grupo: grupo sometido a la acción de agua de piscina ácida.

Especimen	Grupo Piscina Ácida			
	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Dureza Knoop
A 1	150 (264,15)	170 (205,65)	152 (257,23)	242,34
A 2	154 (250,59)	155 (247,37)	171 (203,24)	233,73
A 3	161 (229,27)	152 (257,23)	154 (250,59)	245,70
A 4	167 (213,09)	171 (203,24)	171 (203,24)	206,52
A 5	174 (196,29)	166 (215,68)	152 (257,23)	223,07
A 6	152 (257,23)	171 (203,24)	150 (264,15)	241,54
A 7	169 (208,08)	174 (196,29)	174 (196,29)	200,22
A 8	150 (264,13)	152 (257,23)	154 (250,59)	257,32
A 9	159 (235,08)	150 (264,15)	152 (257,23)	252,15
A 10	175 (194,05)	171 (203,24)	150 (264,15)	220,48
A 11	174 (196,29)	149 (267,69)	174 (196,29)	220,09
A 12	154 (250,59)	161 (229,27)	174 (196,29)	225,38
A 13	176 (191,86)	162 (226,45)	159 (235,08)	217,80
A 14	173 (198,57)	172 (200,89)	150 (264,15)	221,20
A 15	168 (210,57)	170 (205,64)	159 (235,08)	217,10

**Tabla 10:** Resultados segundo grupo: grupo sometido a la acción de agua de piscina neutra

Especimen	Grupo Piscina neutra			
	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Dureza Knoop
N 1	138 (312,06)	136 (321,35)	123 (392,82)	342,08
N 2	123 (392,82)	131 (346,31)	115 (449,38)	396,17
N 3	133 (335,97)	123 (392,82)	117 (434,14)	387,64
N 4	128 (362,74)	133 (335,97)	125 (380,35)	359,69
N 5	117	129	133	375,75

	(434,14)	(357,13)	(335,97)	
N 6	115 (449,38)	123 (392,82)	138 (312,06)	384,75
N 7	138 (312,06)	128 (362,74)	117 (434,14)	369,64
N 8	138 (312,06)	123 (392,82)	123 (392,82)	365,9
N 9	117 (434,14)	125 (380,35)	138 (312,06)	375,52
N 10	129 (357,13)	125 (380,35)	138 (312,06)	349,85
N 11	136 (321,35)	136 (321,35)	117 (434,14)	358,95
N 12	119 (419,67)	127 (368,47)	125 (380,35)	389,50
N 13	115 (449,38)	127 (368,47)	129 (357,13)	391,66
N 14	129 (357,13)	128 (362,74)	125 (380,35)	366,74
N 15	133 (335,97)	136 (321,35)	115 (449,38)	368,9

## 6. Discusión

Para desarrollar el presente estudio comenzamos tomando muestras de diferentes piscinas de la ciudad de Quito, medimos el pH de cada una, hallando entre ellas un nivel mínimo de pH 5 y un máximo de 7, solo 4 piscinas obtuvieron un pH óptimo, tomando en cuenta que lo normal comprende entre 7 y 7,6 según el Reglamento técnico sanitario de piscinas la Rioja. Se eligió el nivel de pH más ácido para el primer grupo en el cual sometimos los especímenes conformados por 15 fragmentos dentarios, el segundo grupo de 15 especímenes se sometieron al agua con un pH neutro de 7 y el último grupo conformado por el grupo control con 15 especímenes igualmente.

Se exploró el efecto que produce el agua de piscina ácida y neutra sobre el esmalte dentario superficial en 23 terceros molares extraídos por motivos terapéuticos, el tiempo que fueron sometidas al agua de piscina fue de 60 horas (mínimo de horas de entrenamiento de un nadador categoría adulto).

Existen numerosos informes en la literatura que indican que las personas que pasan mucho tiempo en una piscina como nadadores, jugadores de polo acuático, los buzos tienen un riesgo elevado de desarrollar la erosión dental.

Estudios anteriores que describen el problema erosivo en el esmalte dentario superficial en personas que realizan actividades en piscinas con deficiente control en relación a su desinfección. En el presente estudio se halló una disminución significativa de la microdureza en el grupo sometido al agua de piscina ácida en comparación al grupo control, y no hubo cambios significativos en cuanto al grupo sometido al agua de piscina neutra en relación al grupo control. Esto coincide con lo encontrado por Chávez, quien analizó la microdureza superficial en una muestra sometida a la Escuela Técnica del Ejército, con un pH de 3,85 y no encontró diferencia en la microdureza superficial en la muestra expuesta a la Escuela Militar de Chorrillos con un pH de 7,2 [51].

El pH bajo no es exclusivamente responsable de la disolución de hidroxiapatita, pero si lo es la concentración de iones principalmente calcio y fosfato, en relación a la saturación de hidroxiapatita.

Cabrera, utilizando microscopia electrónica de barrido, examinó patrones de grabado ácido en piezas de dentición temporal [52]. Un grupo fue sometido a pH 5,5 y el segundo grupo a 7, durante 20 horas en total. Luego de evaluar los especímenes fueron metalizadas para observarlas en el microscopio encontrándose una diferencia significativa, Los especímenes sometidos al pH de 5,5 perdieron minerales en la superficie del esmalte. El presente estudio también realizó una comparación entre dos piscinas y hallando pérdida mineral en la superficie del esmalte dental.

Buczowska llevó a cabo un estudio dirigido a nadadores adolescentes de competencia en una piscina que era desinfectada por gas cloro, concluyendo que el riesgo para que se produzca mayor grado de erosión dental incluye el tiempo que permanecen en contacto con el agua [53]. De acuerdo con nuestro estudio realizado in Vitro los especímenes fueron sometidos 3 horas diarias durante un mes, exceptuando sábados y domingo, esto quiere decir un total de 60 horas. El grupo sometido al agua ácida sufrió un descenso significativo en su micro-

dureza superficial, mientras que el grupo sometido a agua neutra no sufrió cambios significativos. El tiempo que permanece la estructura dentaria con el agua de piscina ácida tiene relación con la pérdida mineral.

En cuanto al grupo sometido al agua de piscina neutra, no presento ningún cambio significativo en relación al grupo control, los hallazgos del presente estudio concuerdan con González, en un estudio llevado a cabo en 2013 en la ciudad de Quito a 53 participantes de los cuales 28 eran nadadores competitivos y 25 no nadadores (futbolistas), evidenció que los deportistas no nadadores carecían de una erosión agresiva como presentaron los pacientes nadadores.

La metodología de esta investigación consideró realizarla en terceros molares extraídos terapéuticamente y se realizó sobre las caras vestibulares y palatinas de las piezas respectivamente, ya que en una misma pieza dental y entre las diversas piezas dentales existe diverso espesor del esmalte dental. Lo importante de la investigación fue comparar la dureza de una pieza dentaria cuando es sometida al factor pH.

Sin embargo, la presente investigación es de tipo in vitro, llevados a cabo de manera experimental en los cuales las variables fueron estudiadas para evaluar la influencia sobre otra variable, sin reproducir completamente las condiciones de medio intra oral y los posibles factores de riesgo de la erosión dental, como el reflujo, xerostomía, el consumo de bebidas ácidas, medicamentos. A pesar de ello la saliva artificial mantiene hidratada a la pieza dental y el agua de piscina desmineraliza adecuadamente al diente reproduciendo condiciones acordes a la realidad, siempre y cuando se sea minucioso en el control.

Estudios adicionales al presente, que incluyan muestras de estudio más grandes, aumento de variables de estudio, contribuiría en beneficio para calcular la severidad de la erosión dental sobre el esmalte dentario y como afecta a grupos de población de Quito.

## Conclusión

Con la implementación del método neutrosófico fue posible la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito. Sin embargo, el incremento de riesgo de erosión quizás sea relacionado a la hiposaturación de la piscina con respecto a los componentes de la hidroxiapatita. Este proceso erosivo puede controlarse con correctos parámetros en el cuidado de la piscina.

Mediante la prueba de dureza superficial de Knoop se determinó que el esmalte dental sometido al agua de piscina ácida aumento su dureza superficial. De esta manera se comprueba que el pH ácido produce erosión en el tejido. El grupo de especímenes que fue sometido al agua de piscina neutra no aumentó ni disminuyó su dureza superficial, por lo tanto, el pH neutro no produce ningún efecto dañino en el esmalte dental.

## Referencias

- [1] M. C. Fajardo Santacruz, and A. C. Mafla Chamorro, "Diagnóstico y epidemiología de erosión dental," *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, vol. 43, no. 2, pp. 179-189, 2011.
- [2] G. Chávez Zelada, and C. C. Reyes Chinarro, "Efecto de la cloración de las piscinas de la Escuela Militar de Chorrillos y la Escuela Técnica del Ejército sobre la microdureza superficial del esmalte dentario," *Kiru*, pp. 11-14, 2006.
- [3] P. Tortolini, "Sensibilidad dentaria," *Avances en Odontoestomatología*, vol. 19, no. 5, pp. 233-237, 2003.
- [4] A. Lussi, E. Hellwig, D. Zero, and T. Jaeggi, "Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention," *American journal of dentistry*, vol. 19, no. 6, pp. 319, 2006.
- [5] M. B. Guglielmotti, R. L. Cabrini, and D. G. Olmedo, "Biomateriales para implantes intraóseos: contribución y desafío en el área biomédica," 2010.
- [6] I. B. Arnadóttir, W. P. Holbrook, H. Eggertsson, H. Gudmundsdóttir, S. H. Jonsson, J. O. Gudlaugsson, S. R. Saemundsson, S. T. Eliasson, and H. Agustsdóttir, "Prevalence of dental erosion in children: a national survey," *Community dentistry and oral epidemiology*, vol. 38, no. 6, pp. 521-526, 2010.
- [7] F. Facon, P. Eloy, P. Brasseur, S. Collet, and B. Bertrand, "The silent sinus syndrome," *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck*, vol. 263, no. 6, pp. 567-571, 2006.
- [8] W. Scheper, A. van Nieuw Amerongen, and M. Eijkman, "Orale aandoeningen bij zwemmers," *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde*, vol. 112, 2005.
- [9] E. J. Lanata, "Atlas de operatoria dental," *Atlas de operatoria dental*, pp. viii, 456-viii, 456, 2008.
- [10] Y. S. C. Almonte, G. M. C. Núñez, and W. G. E. Otárola, "Erosión dental: una breve revisión," *Revista Odontológica Basadrina*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [11] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

- [12] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.
- [13] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101*, vol. 11, pp. 41-48, 2020.
- [14] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [15] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.
- [16] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [17] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [18] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, vol. 9, no. SPE1, 2021.
- [19] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems*, vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.
- [20] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [21] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry*, vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.
- [22] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.
- [23] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios*, vol. 39, no. 16, 2018.
- [24] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, vol. 6, no. Special, 2018.
- [25] J. Montero, D. Gómez, V. López, R. Tinguaro, and V. Begoña, "Sobre funciones y reglas de agregación," *XV Congreso Español Sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*, 2010.
- [26] R. Mesiar, L. Šípek, P. Gupta, and J. LeSheng, "Aggregation of OWA operators," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 26, no. 1, pp. 284-291, 2017.
- [27] N. Caudentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.
- [28] J. M. Merigó, D. Palacios-Marqués, and P. Soto-Acosta, "Distance measures, weighted averages, OWA operators and Bonferroni means," *Applied Soft Computing*, vol. 50, pp. 356-366, 2017.
- [29] O. U. Lenz, D. Peralta, and C. Cornelis, "Scalable approximate FRNN-OWA classification," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2019.
- [30] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [31] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [32] R. R. Yager, "OWA aggregation with an uncertainty over the arguments," *Information Fusion*, vol. 52, pp. 206-212, 2019.
- [33] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [34] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

- [35] Y. Wang, and Y. Deng, "OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions," *arXiv preprint arXiv:1901.09784*, 2019.
- [36] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [37] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.
- [38] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre: Infinite Study*, 2018.
- [39] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [40] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [41] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [42] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [43] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado*, vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.
- [44] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.
- [45] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An International Book Series in Information Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.
- [46] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.
- [47] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.
- [48] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
- [49] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101*, vol. 17, pp. 17-24, 2021.
- [50] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado*, vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.
- [51] C. C. Reyes Chinarro, and G. Chávez Zelada, "Efecto de los medicamentos pediátricos sobre la microdureza superficial del esmalte de dientes deciduos," *Kiru*, pp. 19-23, 2006.
- [52] A. R. C. Matta, and C. R. K. Irakawa, "Efecto del pH del agua de piscina en esmalte de dientes deciduos humanos. Estudio con microscopía electrónica de barrido," *Revista Estomatológica Herediana*, vol. 14, no. 2-1, 2004.
- [53] J. Buczkowska-Radlińska, R. Łagocka, W. Kaczmarek, M. Górski, and A. Nowicka, "Prevalence of dental erosion in adolescent competitive swimmers exposed to gas-chlorinated swimming pool water," *Clinical Oral Investigations*, vol. 17, no. 2, pp. 579-583, 2013.

**Recibido:** Mayo 23, 2022. **Aceptado:** Junio 11, 2022