



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**REVISIÓN DE ESTUDIOS SOBRE DUREZA SUPERFICIAL DE MATERIALES
RESTAURADORES DIRECTOS E INDIRECTOS REALIZADOS EN LOS
ÚLTIMOS 30 AÑOS EN LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA**

Tesis para obtener el Título de Cirujano Dentista

Roxana Cristina Flores Ricardi

Lima – Perú

2018

ASESOR

Mg. Miguel Ángel Saravia Rojas

Departamento Académico de Clínica del Adulto

LISTA DE ABREVIATURAS

NDB	:	Durometría de Brinell
NDK	:	Durometría de Knoop
DPH	:	Durometría de Vickers
NDR	:	Durometría de Rockwell
Kg	:	kilogramos
g	:	gramos
N	:	Newtons
mm	:	milímetros
UPCH	:	Universidad Peruana Cayetano Heredia
Fig.	:	Figura

INDICE DE CONTENIDOS

I.	Introducción	1
II.	Planteamiento de la investigación	3
	II.1. Planteamiento del problema	3
	II.2. Justificación	4
III.	Marco teórico	5
	III.1. Materiales restauradores	5
	III.2. Dureza superficial	10
	III.3. Revisiones sistemáticas	15
IV.	Objetivos	17
	IV.1. Objetivo general	17
	IV.2. Objetivos específicos	17
V.	Materiales y métodos	18
	V.1. Diseño del estudio	18
	V.2. Población	18
	V.3. Criterios de inclusión	18
	V.4. Variables	18
	V.5. Estrategia de búsqueda	18
	V.6. Plan de análisis	19
	V.7. Consideraciones éticas	19
VI.	Resultados	20
VII.	Discusión	31
VIII.	Conclusiones	38
IX.	Recomendaciones	39
X.	Referencias bibliográficas	40
XI.	Anexos	44

RESUMEN

En la actualidad los materiales de restauración deben cumplir numerosos requisitos, entre ellos la microdureza superficial. Al revisar la literatura no hemos encontrado referencia de revisiones sistemáticas o parciales de información sobre lo investigado en el área de materiales dentales, en particular, sobre estudios de dureza y microdureza que esta casa de estudios haya realizado en los últimos 30 años, de ahí la importancia de evaluar que es lo que ha sucedido en relación a esta variable. Objetivo: Realizar una revisión de los estudios sobre dureza superficial en materiales restauradores directos e indirectos entre los años 1989 al 2018 en la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Materiales y métodos: Investigación retrospectiva, cualitativa y descriptiva; se realizó una búsqueda manual de tesis de pregrado y posgrado realizados entre los años 1989 y 2018 que se ubican en la base de datos de la biblioteca central de la UPCH, y que hayan efectuado investigaciones en la propiedad de dureza y microdureza superficial. Resultados: Se encontraron solo 12 trabajos de la Facultad de Estomatología que trataban el tema de microdureza superficial. El 100% de estos utilizaron la prueba de dureza de Vickers. Los materiales estudiados fueron las resinas compuestas (50%), los cerómeros (33.3%), ionómeros de vidrio (8.3%) y amalgamas dentales (8.3%). Conclusiones: Las metodologías utilizadas evaluaron el comportamiento de los materiales dentales al ser sometidos a agentes externos. El material restaurador que más se evaluó fue la resina compuesta y se utilizó siempre el método de dureza de Vickers.

Palabras clave: microdureza superficial, materiales restauradores, revisión

ABSTRACT

At present, restorative materials must meet numerous requirements, including surface microhardness. In reviewing the literature, we have not found reference of systematic or partial reviews of information about the research in the area of dental materials, in particular, on studies of hardness and microhardness that this house of studies has made in the last 30 years, hence the importance of evaluating what has happened in relation to this variable. Objective: To carry out a review of the studies on superficial hardness in direct and indirect restorative materials between 1989 and 2018 in the Faculty of Stomatology of the Universidad Peruana Cayetano Heredia. Materials and methods: Retrospective, qualitative and descriptive research; a manual search of undergraduate and postgraduate theses done between 1989 and 2018, that are located in the database of the central library of the UPCH and that have carried out investigations in the property of surface hardness and microhardness, was carried out. Results: Only 12 works of the Faculty of Stomatology that dealt with the subject of surface microhardness were found. 100% of these used the Vickers hardness test. The materials studied were composite resins (50%), ceromers (33.3%), glass ionomers (8.3%) and dental amalgams (8.3%). Conclusions: The methodologies used evaluated the behavior of dental materials when subjected to external agents. The restorative material most evaluated was the composite resin and the Vickers hardness method was always used.

Keywords: surface microhardness, restorative materials, review

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los materiales de restauración deben cumplir numerosos requisitos, tener la mayor estética posible, ser naturales, como lo exigen los pacientes; por otro lado los odontólogos exigen sencillez de uso, la mejor calidad superficial en la boca del paciente, una elevada resistencia a la abrasión, restauraciones dentales muy miméticas y comodidad para el paciente.⁴

Con el paso de los años, se han ido desarrollando modernos sistemas de restauración que cumplen con estos requisitos. El avance en cuanto a las características físicas y mecánicas de los materiales restauradores es incuestionable, debido al gran número de modificaciones realizadas en aquellos materiales ya existentes. Como resultado de esto, se ha limitado el uso de algunos materiales para aplicaciones clínicas específicas y se ha contraindicado para otros procedimientos clínicos.⁵

Cada material restaurador tiene tanto ventajas como desventajas, que dependen básicamente de su composición química. El tiempo de vida y la resistencia del material es difícil de calcular ya que depende de muchos factores, entre los que se incluyen el tipo de restauración, el área en que se localizará la restauración, el tipo de adhesión, fuerzas masticatorias y la dureza superficial del mismo.⁶ La dureza superficial de los materiales dentales va a determinar el grado de durabilidad de la restauración. Esta está directamente relacionada con la fuerza compresiva y la resistencia a la abrasión del mismo.⁷

Se debe tomar en cuenta también la exposición de las restauraciones realizadas a diferentes sustancias como las bebidas carbonatadas, geles blanqueadores, geles fluorizantes, jugos de fruta, café, entre otros. La alta reactividad de algunos agentes de estas sustancias van a resultar en el deterioro de las propiedades de la superficie de las restauraciones y de la estructura del material, lo cual va a tener implicancias en la durabilidad de las mismas.⁸

Al revisar la literatura no hemos encontrado referencia de revisiones sistemáticas o parciales de información sobre lo investigado en el área de materiales dentales, en particular, sobre estudios de dureza y microdureza que esta casa de estudios haya

realizado en los últimos 30 años de ahí la importancia de poder observar que es lo que ha sucedido en relación a esta variable.

El objetivo del presente estudio es el de realizar una visión en retrospectiva de lo que se ha realizado en ciertas líneas de investigación en particular de materiales dentales y en forma especial sobre la variable dureza superficial de diferentes materiales con fines restauradores usados en odontología, como lo son los polímeros, cerámicas, ionómeros vítreos y amalgama dental.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

La investigación en odontología es muy importante en vista que esta permitirá generar nueva información, sobre la base de la cual se podrán construir estrategias y así proponer planes de mejora. Los materiales dentales han evolucionado de manera importantes en estos últimos 30 años. Conocer que es lo que ha sucedido con el estudio de los materiales dentales y la posibilidad de poder evaluar sus cualidades mecánicas, nos permitirá verificar lo que dicen los fabricantes de los mismos, así como también, evaluar sus propiedades y tomar cercanía y/o distancia de lo que dicen los mismos fabricantes. Una de estas cualidades mecánicas es la dureza superficial, esta cualidad es muy importante en todos los materiales que se usan, en los procedimientos restauradores en particular aquellos que permiten caracterizar óptica y mecánicamente los dientes. Es así que la literatura describe que se han reportado cambios micro estructurales y una disminución en la micro dureza superficial de los materiales restauradores luego de procedimientos como el blanqueamiento dental y el uso de agentes fluorizantes.⁽⁸⁻¹⁰⁾

Sobre el entendido que la dureza superficial y la microdureza son propiedades importantes que deben presentar los materiales dentales la pregunta: ¿qué ha sucedido en estos últimos años en nuestra Facultad en relación a los estudios que se han realizado acerca de la evaluación de esta cualidad mecánica?

Es ahí donde radica la importancia de este estudio, en organizar la información existente acerca de la dureza superficial de los materiales dentales utilizados.

II.2. Justificación

En estos últimos tiempos el desarrollo de los materiales ha sido muy importante. Muchos de ellos deben reunir condiciones biológicas, biocompatibilidad y además adecuadas propiedades mecánicas como es el caso de la dureza superficial. Pero para cumplir con ello se necesita evaluaciones de terceros que permitan validar dichos resultados que refieren los fabricantes. Contar con laboratorios donde puedan realizarse estas experiencias y otras en relación a las cualidades mecánicas es lo que aspiran toda institución que desea en el área de odontología y en particular de los materiales dentales poder realizar.

El singular valor y utilidad de este tipo de estudio radica en que a través de este, se logrará reunir un número determinado de estudios, realizados de manera independiente, a veces con resultados opuestos y sintetizar sus resultados.

La importancia de una revisión radica en que esta resume los resultados de los estudios disponibles y cuidadosamente diseñados y proporciona un alto nivel de evidencia sobre la eficacia de las intervenciones en temas sobre todo de salud y en este caso, especialmente en la odontología restauradora; además, nos va a permitir descubrir errores, lagunas de información y de esta forma poder generar nuevas hipótesis e indentificar las demandas de desarrollos propios como poder en algún momento tener nuestro centro de evaluación de biomateriales dentales de uso local, nacional y regional, aspiración propia de una institución que aspira a tener una formación y educación de calidad.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Materiales Restauradores

El éxito del tratamiento restaurador en odontología no depende sólo del profesional, sino también de una suma de factores inherentes tanto al paciente como al material utilizado.¹¹

La selección del material restaurador es responsabilidad exclusiva del odontólogo y debe basarse en las características únicas de cada caso clínico. Este debe ser de buena procedencia, debe tener el aval de investigaciones confiables y, principalmente, debe ser comprobado por una evaluación clínica criteriosa.¹²

La aplicación cuidadosa del material restaurador, con técnicas adecuadas, permite un mejor aprovechamiento de sus propiedades y es un factor fundamental para el éxito de la restauración. Los materiales dentales más utilizados en la actualidad son los polímeros, este material es una propuesta alternativa al uso de la cerámica, otro de los materiales más utilizados e importantes en la odontología restauradora.

Cerámicas dentales

Las cerámicas dentales constituyen estructuras inorgánicas que están compuestas por elementos metálicos y semi-metálicos, y compuestos de oxígeno.¹³ en muchos casos, tienen una estructura cristalina como los metales, pero, a diferencia de éstos, el reticulado está compuesto por aniones y cationes y no tiene electrones libres. Las estructuras cristalinas de las cerámicas son considerablemente más complejas que los materiales metálicos.

La fase cristalina de las cerámicas está compuesta por sílice, es la fase que le brinda resistencia a la cerámica. Por otro lado encontramos a la fase amorfa de las cerámicas, aquella que le brinda estética a las restauraciones cerámicas y que sirve de sostén de las estructuras cristalinas. Está compuesta por feldespatos y silicato de aluminio.

Dentro de sus propiedades, los materiales cerámicos son quebradizos y exhiben resistencia alta ante fuerzas compresivas, así como también baja resistencia ante fuerzas traccionales, lo que los hace susceptibles a fracturarse.¹⁴ Los materiales

cerámicos son, entonces, rígidos y frágiles, lo que hace entonces que no sean resilientes ni tenaces, no tienen la capacidad de absorber un impacto sin romperse.¹⁵

Estos materiales tienen numerosas ventajas, entre ellas encontramos la estabilidad dimensional y la alta resistencia a la abrasión que posee.¹⁶ Sin embargo, una de las más importantes es la estética de la misma. La composición de los cerómeros dentales es similar a la de la dentición natural.¹⁷

Las cerámicas dentales han pasado por numerosas modificaciones a través de los años. Inicialmente, la baja resistencia a la fractura de estos materiales era una gran desventaja. Sin embargo, con los avances en las técnicas de procesamiento, propiedades mecánicas, procedimientos adhesivos y métodos restauradores; la dureza y resistencia a la fractura de estos materiales ha mejorado considerablemente.¹⁸

Inicialmente el uso de las cerámicas en el sector posterior era limitado; en la actualidad las indicaciones de uso de este material incluyen coronas completas, veneers, restauraciones implanto-soportadas y prótesis parciales fijas.¹⁹ Existen numerosos tipos de cerámicas dentales, cada uno con diferentes propiedades y cada uno indicado para diferentes usos.

Composites

Juntos a los materiales metálicos, los sintéticos se han convertido en una de las principales categorías de material, que puede clasificarse como imprescindible en numerosos ámbitos, así como en numerosas aplicaciones en la vida cotidiana. Se denomina materiales orgánicos sintéticos, a aquellos compuestos que tienen las mismas características básicas de los materiales orgánicos, pero que se obtienen a partir de moléculas sintetizadas o conformadas en un laboratorio o industria y no mediante un proceso natural. Estos provienen de moléculas de bajo peso molecular denominados monómeros. Mediante algún mecanismo de polimerización, se logran unir varias de estas moléculas para formar otras más grandes, de elevado peso molecular, llamadas polímeros²⁰.

En otras palabras, los monómeros son las unidades constructivas más pequeñas y repetidas múltiples veces de las cuales se forman, compuestos de elevado peso molecular que son los polímeros²⁰.

Por lo general, los materiales sintéticos empleados en odontología y la prótesis dental son materiales compuestos no por un único componente, sino por múltiples componentes distintos. De ahí que estos materiales sean denominados también materiales sintéticos compuestos o composites.²¹

El proceso de unión de las moléculas de bajo peso molecular, llamadas monómeros, para formar un polímero se conoce como proceso de polimerización. Como resultado de este, un material que podía ser líquido o gaseoso antes, se convierte en un material sólido. Este tendrá mejores propiedades mecánicas a medida que el número de moléculas que se hayan unido para formarlo, sea mayor.

Existen dos tipos de polimerización: por condensación y por adición. En la primera, se obtiene el polímero más un subproducto como resultado del proceso de polimerización, mientras que en la segunda no se obtiene ningún tipo de subproducto.²³

Dentro de las propiedades físicas que tienen las resinas sintéticas, encontramos que son materiales de poca densidad en comparación con materiales metálicos; son malos conductores térmicos y eléctricos, ya que en ellos no existen electrones libres capaces de transmitir esa forma de energía.

Ante los cambios térmicos experimentan una variación dimensional elevada, ya que sus moléculas ligadas por uniones secundarias pueden alejarse o separarse por acción de la temperatura con relativa facilidad.

Además, por no poseer electrones libres son transparentes, ya que no absorben la energía luminosa.¹⁵

El papel de las resinas compuestas en la odontología, es fundamental. Dentro de estos encontramos materiales que son utilizados tanto para la odontología preventiva como la restauradora y rehabilitadora, utilizando diversas técnicas para cada una de ellas.

Para llegar a su estado final sólido, este material debe pasar antes por un proceso de polimerización por adición. Existen dos opciones mediante las cuales se puede lograr este proceso de polimerización. El primero, es usar un sistema de activación mediante dos sustancias químicas que al unirse reaccionan y dan lugar a radicales libres que

permiten la ocurrencia del proceso de polimerización. El segundo, se basa en la reacción que la sustancia utilizada tenga ante la acción de una radiación de luz, siendo esta reacción la misma que en el proceso anteriormente mencionado.

Cuando se realizan restauraciones, es decir, cuando se trata de reponer tejido perdido se utiliza el material conocido como resina reforzada. Este es un material que combina una fase líquida (similar a un sellador) y una fase sólida, constituida por partículas cerámicas, estas van a permitir que se eleve la rigidez del material hasta un nivel similar al de la dentina, además de disminuir el coeficiente de variación dimensional térmico.

A los componentes anteriormente mencionados, se le agregan pigmentos para proporcionar color y opacidad, así como también, estabilizadores de color los cuales permitirán que el color de la restauración se mantenga por un tiempo prolongado. El propósito de agregar estos componentes es el de lograr un resultado similar a las piezas dentarias y de esta manera lograr una armonía óptica.

Ionómeros Vítreos

Los ionómeros vítreos son materiales restauradores y de cementación. Este está formado por dos partes una de ellas líquida y la otra sólida. En éste material, el líquido es una solución acuosa de un ácido polialquenoico. Como en esta solución el ácido está ionizado, se considera que contiene el ión de un polímero un ionómero, de ahí proviene la primera parte de su nombre.

La palabra vítreo proviene del otro compuesto que forma este material, el cual es un polvo. Ambas partes se van a combinar para formar la mezcla y poder utilizarlo una vez conformada la estructura cerámica amorfa o vidrio.

Este tipo de estructura tiene propiedades ópticas beneficiosas para una restauración ya que al ser una estructura vítrea y amorfa esta puede ser transparente o translúcida. Sin embargo, aunque estas pueden aproximarse razonablemente a las de las piezas dentarias en los productos que están destinados para restauraciones dentales, estas no llegan a ser del todo iguales a las mismas.

Dentro de las propiedades de los ionómeros encontramos a la solubilidad relativamente baja que este material tiene. Con este se pueden realizar restauraciones

que pueden considerarse definitivas, siempre que estas no estén expuestas a esfuerzos oclusales, ya que sus propiedades mecánicas no son suficientes para asegurar que se mantenga la anatomía que se le dio a la restauración.

Para la situación clínica que lo amerite, se seleccionará el ionómero más apropiado y se aplicará con la técnica adecuada que permita que el resultado buscado sea el indicado y sea exitoso.

Amalgama dental

La amalgama es un material con el que se realizan restauraciones de inserción plástica; para trabajarlo se mezcla un polvo con un líquido. La masa plástica que se obtiene se inserta en la preparación dentaria y una vez ahí adquiere el estado sólido.

De su nombre podemos deducir que uno de los componentes de este material es el mercurio, el otro que es el polvo, es básicamente un metal que puede formar una solución líquida con el mercurio, pero sólo a baja concentración. Este material debe contener un metal que se pueda disolver fácilmente en el mercurio y que forme con éste fases sólidas a temperatura bucal. La plata es uno de los metales que cumple con este requisito, es así que se originó la amalgama de plata. Sin embargo, es necesario otro metal que haga aleación con la plata y que también se disuelva en el mercurio y forme fases sólidas a la temperatura bucal; para lograr algo más acorde con las necesidades mecánicas de un material restaurador. El estaño cumple con todos estos requisitos, este junto con la plata forman un compuesto intermetálico que confiere rigidez al producto final.

Hoy en día, además de plata y estaño, se le adiciona a la mezcla un porcentaje de cobre. Este va a permitir obtener mayor resistencia, además de facilitar su fabricación y manipulación.

Las propiedades físicas de la amalgama son similares a las de un material metálico. Esta es ópticamente opaca y buena conductora tanto térmica como eléctrica; es por esto que en ocasiones puede ser necesario proteger el órgano dentino-pulpar antes de la inserción del material.

Entre sus propiedades mecánicas encontraremos una elevada rigidez del material, de la misma manera encontramos una alta resistencia compresiva, en combinación con

menores valores de resistencia traccional, flexural y escasa capacidad de deformación permanente.

III.2. Dureza superficial

Definición

Para definir la dureza de un material dental, debemos definir también lo que es abrasión, la abrasión es el proceso de desgaste de un material por otro material rayándolo, tallándolo, cincelándolo, friccionando o por otros medios mecánicos. El material que provoca el desgaste se denomina abrasivo. La dureza es uno de los factores que modifica la velocidad de abrasión.²⁴

Esta característica analiza el comportamiento de la superficie del material; por ejemplo la mayor o menor dificultad con que puede ser dañada o desgastada.

Una forma de evaluar este comportamiento es determinar la dureza que puede definirse como la resistencia que ofrece el material a que se le haga una indentación permanente. De esta definición va a surgir el método para medirla.¹⁵

La dureza es una propiedad de gran importancia al comparar los materiales de restauración. En un sentido muy amplio, se puede definir la dureza como la resistencia que ofrece el material a la indentación o penetración permanente de su superficie. Esta es una medida de la resistencia a la deformación plástica y se mide como la fuerza por unidad de superficie de indentación.²⁵

Basándonos en esta definición, queda clara la importancia que tiene esta propiedad en odontología, esta es un componente determinante en el éxito de las restauraciones²⁶, y comprende tensiones complejas de manera que no puede correlacionarse directamente con ninguna otra propiedad física. El acabado o el pulido de una estructura tiene una gran importancia estética y, como ya se ha señalado con anterioridad, los daños sobre las superficies pueden reducir la resistencia a la fatiga y dar lugar a fallos prematuros.²⁴

En los materiales dentales, esta representa el grado de solidez producida por la cohesión entre partículas que componen una sustancia y todos conocemos que

distintos materiales presentan diferentes sustancias y diferentes tamaños de partículas en su composición, al igual que diferentes cantidades de cada una de ellas es por lo que los ensayos de dureza (Durometrías) donde se mide la resistencia a la penetración, es el ensayo más utilizado, aunque no existe un ensayo de dureza específico para cada material.²⁷

Metodologías de medición de dureza superficial

De la definición de dureza superficial surge el método para medirla: se trata de penetrar o rayar un fragmento del material en estudio por medio de un penetrador o indentador definido aplicando sobre este una carga establecida. Relacionando la carga aplicada con la magnitud de la penetración puede establecerse el valor de la dureza. Cuanto mayor sea el valor de ese número (a veces expresado en kilogramos sobre milímetro cuadrado) mayor será la resistencia de ese material a la penetración.

15

Existen diversos métodos para medir la dureza superficial de un material. Todos basados en el principio descrito anteriormente. La diferencia entre ellos radica en el tipo de penetrador utilizado. Algunos de los métodos utilizados para comprobar la dureza de los materiales de restauración son las pruebas de durometría de Brinell (NDB), Knoop (NDK), Vickers (DPD), Rockwell (NDR) y Shore A (Dureza Shore A).

Cada uno de estos métodos difiere ligeramente del otro y, presenta determinadas ventajas e inconvenientes. Su diferencia radica en el material, la geometría y la carga del indentador. Estos pueden ser de acero, carburo de tungsteno o diamante y tener la forma de una esfera, un cono o una pirámide. La carga aplicada suele oscilar entre 1 y 3000 kg. La elección del tipo de prueba que se hará depende del material estudiado, de la dureza que previsiblemente pueda tener y del grado de localización que se desee.²⁵

El método general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora. La aplicación de esa fuerza sobre el indentador produce una indentación de forma simétrica, en la cual se puede medir la profundidad, la superficie o la anchura por medio de un microscopio. Seguidamente se correlacionan las dimensiones de la indentación con unos valores tabulados. Con una carga fija aplicada a un indentador estandarizado, las dimensiones de la indentación

variarán en forma inversa con respecto a la resistencia a la penetración del material examinado.

Prueba de durometría de Brinell (NDB)

Esta es una de las más antiguas que se utilizan para el estudio de metales y aleaciones de uso odontológico. Fue propuesta por el ingeniero sueco Johan August Brinell en 1900. Este se utiliza en materiales de baja dureza y el indentador o penetrador consiste en una pequeña esfera de de acero o de carburo de tungsteno de aproximadamente 1.6 mm de diámetro cuando se le somete a un peso de 123 N. Al medir la dureza de Brinell de un material, el indentador permanece en contacto con la muestra estudiada durante un tiempo fijo de 30 segundos, después del cual se retira el indentador y se mide con cuidado el diámetro de la indentación.

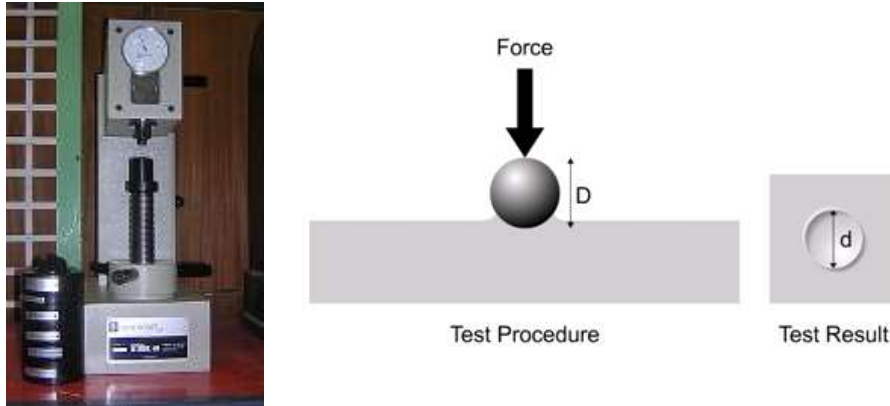


Fig 1. Durómetro de Brinell y esquematización de la forma del indentador y la impresión que deja el mismo³³

Para calcular el valor de la dureza resultante, que se conoce como número de dureza de Brinell (BHN), se utiliza la siguiente fórmula:

$$HB = \frac{2P}{\pi D^2} \left(\frac{1}{1 - \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}} \right)$$

Siendo:

P : carga a utilizar medida en kilopondios.

D : diámetro de la bola (indentador) medida en [mm].

d : diámetro de la huella en la superficie en [mm] (se toma como la media de d_1 y d_2).

Prueba de durometría de Knoop (HKN)

Este es un examen realizado para determinar la dureza mecánica, sobre todo, de materiales muy quebradizos o láminas finas. Solo permite hacer hendiduras pequeñas para realizar la prueba. Prueba desarrollada por Frederick Knoop y sus colegas del National Bureau of Standards de EE. UU. en 1939. Mediante esta se mide la dureza en valores de escala absolutas, y se valoran con la profundidad de señales grabadas sobre un mineral. Se utiliza un penetrador en forma piramidal, de diamante, con base romboide. Este va a producir una huella de forma alargada.

Las pruebas de durometría con escala de Knoop se realizan principalmente con cargas de 10g hasta 1000g, por este motivo, es necesario un microscopio potente para medir la huella.

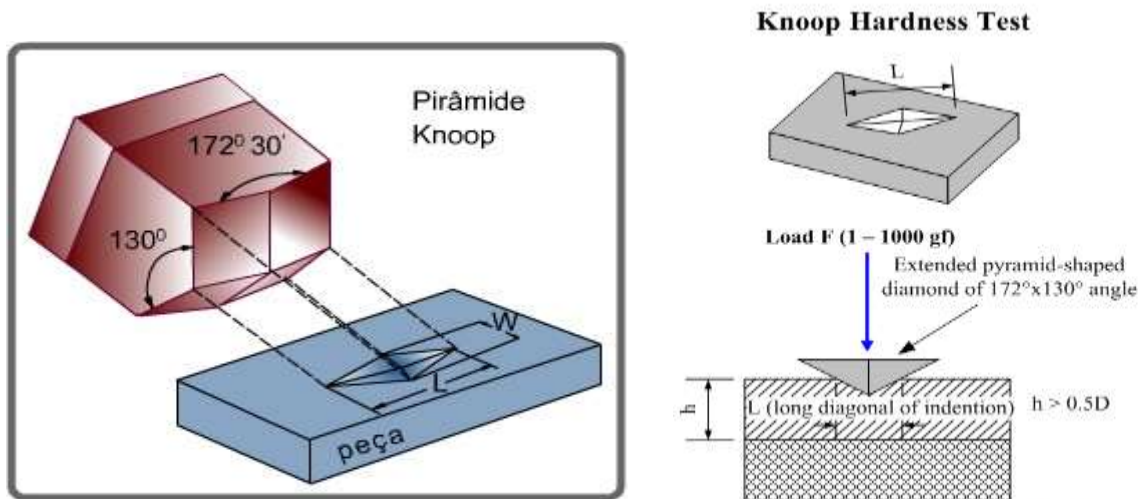


Fig 2. Esquema que muestra la forma del indentador de Knoop y la impresión de la misma.³⁴

Una vez retirada esta fuerza, se pasa a medir la longitud de la diagonal mas larga de la huella. Esta longitud es aproximadamente 30 veces la profundidad de la huella, lo que varía en la prueba de Vickers, por este motivo este tipo de prueba es ideal para realizar ensayos en cristal o recubrimientos donde no se puede aplicar una carga muy alta. Este valor es mayor a medida que aumenta la dureza del material utilizado.

Prueba de durometría de Vickers (VHN)

La prueba de durometría de Vickers, llamada también ensayo universal, es un método utilizado para medir la dureza superficial de los materiales. El ensayo de Vickers fue desarrollado en Inglaterra en 1925 y fue inicialmente conocido como DPH (Diamond Pyramid Hardness).

Este tiene dos rangos distintos de fuerzas: micro (10g – 1000g) y macro (1kg- 100kg) y consiste en hacer, sobre la superficie de una muestra, una indentación con ayuda de un penetrador en forma de pirámide recta de base cuadrada. Este penetrador se presiona contra la superficie de la muestra con una fuerza determinada, luego se retira y se procede a medir ópticamente las diagonales d_1 y d_2 de la huella.

La dureza Vickers se define como el cociente de la carga de ensayo por el área de la huella, que se considera como una pirámide recta de base cuadrada y con el mismo ángulo en el vértice que el penetrador.

Esta prueba es una mejora de la prueba de Brinell. Se utiliza en niveles de dureza mayores a 500 HB y sirve para medir todo tipo de dureza y espesores pequeños.

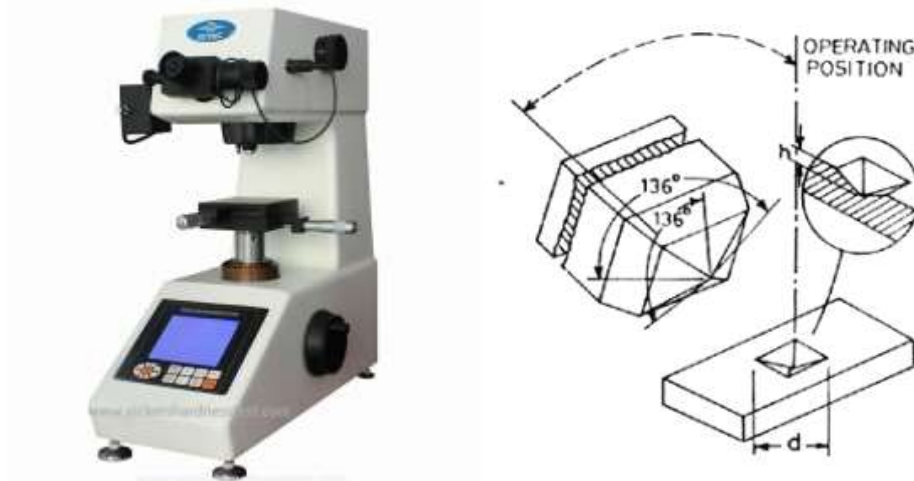


Fig 3. Durómetro de Vickers y esquematización del indentador y la impresión del mismo ³⁴



Fig 4. Microfotografía del indentador de Vickers y la impresión de este en latón³⁵

Sus aplicaciones son muy amplias, debido al amplio rango de cargas de ensayo. Es por esto que este método puede ser utilizado en prácticamente en cualquier material metálico u otros de elevada dureza. Tiene la ventaja de que una sola escala puede cubrir un amplio rango de dureza, además de no ser destructivo, de esta forma las muestras pueden ser utilizadas después del ensayo.

III.3. Revisiones Sistemáticas

Concepto de revisiones sistemáticas

Procedimiento que aplica estrategias científicas para limitar los sesgos en el proceso de recopilación, valoración crítica y síntesis de los estudios relevantes sobre un tema.²⁸

Una revisión sistemática tiene como objetivo reunir toda la evidencia empírica que cumple unos criterios de elegibilidad previamente establecidos, con el fin de responder una pregunta específica de investigación.²⁹

Por su metodología estructurada, explícita, sistemática y multidisciplinar en la recogida de la información, la valoración crítica de los estudios, y la síntesis de los mismos, se diferencian metodológicamente de las revisiones clásicas de la literatura científica sobre un tema, en las que un experto revisa los estudios publicados, decide cuáles son relevantes y resalta sus resultados, sin que se describa habitualmente el proceso seguido hasta llegar a las conclusiones.

Necesidad de revisiones sistemáticas

Hay dos razones prácticas fundamentales de la importancia de las revisiones sistemáticas; la primera, las limitaciones de la revisión tradicional y la segunda, el poder añadido que lleva consigo la síntesis de los resultados de numerosos estudios.³⁰

Desde la segunda mitad del siglo XX la información que se publica en más de 25.000 revistas ha experimentado un crecimiento exponencial, lo cual dificulta el hecho que los profesionales sanitarios, que trabajan en escenarios y situaciones complejas, puedan reunir la información adecuada en el momento preciso para la toma de decisiones clínicas.²⁹

Las revisiones responden a este reto identificando, evaluando y sintetizando la evidencia basada en la investigación y presentándola en un formato accesible

Los diferentes aspectos de un tema determinado, clínicos, epidemiológicos, económicos, etc, suelen estar dispersos en múltiples fuentes, por lo que se hace necesario agruparlos en una fuente común con una visión general clara, completa y rigurosa, que además se mantenga actualizada, de forma que podamos aumentar la efectividad en la toma de decisiones.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Realizar una revisión de los estudios sobre dureza superficial en materiales restauradores directos e indirectos entre los años 1989 al 2018 en la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

IV.2. Objetivos específicos

1. Identificar las metodologías usadas para la evaluación de la dureza superficial de los materiales restauradores directos e indirectos.
2. Identificar los materiales restauradores directos e indirectos que fueron evaluados para determinar su dureza superficial durante las fechas 1989 al 2018.
3. Identificar el número y las características de los especímenes que se usaron con el fin de realizar las pruebas de dureza y microdureza superficial de los diferentes materiales restauradores directos e indirectos.
4. Identificar las pruebas de dureza y microdureza que fueron usadas en la investigaciones.
5. Identificar cuantas investigaciones se han realizado sobre dureza y microdureza haciendo uso de materiales poliméricos, amalgamas, aleaciones, cerámicas y otros.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. Diseño de estudio

Tipo de investigación:

Retrospectivo, cualitativo y descriptivo.

V.2. Población

Constituido por el total de trabajos de tesis de pregrado y posgrado realizados entre los años 1989 y julio del año 2018, que se ubican en la base de datos de la biblioteca central de la UPCH, y que hayan efectuado investigaciones en propiedades mecánicas de los materiales restauradores, más específicamente en la propiedad de dureza y microdureza superficial.

V.3. Criterios de inclusión:

Investigaciones con materiales dentales en donde se evalúan la dureza y microdureza.

V.4. Variables

Las variables usadas en este estudio serán la propiedad mecánica de dureza superficial y microdureza de las tesis de pre y postgrado de la Facultad de Estomatología de la UPCH.

V.5. Estrategia de búsqueda

Se conducirá una búsqueda en las bases de datos de la Biblioteca Central de la UPCH. Los principales términos de búsqueda para la presente revisión fueron una combinación de:

Materiales restauradores directos

- Materiales restauradores indirectos
- Dureza superficial
- Microdureza superficial
- Dureza de Vickers, Knoop, Brinell

V.5. Plan de análisis

La información se consignó en una ficha ad-hoc generada para esta investigación ver Anexo 01.

En ella se consignó, el año de la investigación el autor, título, año, método de dureza, material evaluado, número de especímenes, característica de especímenes, laboratorio donde se realizó la experiencia, número de pruebas realizadas, grupos experimentales y tiempo, test estadístico utilizado y resultados.

Los datos se cuantificaron de acuerdo a los objetivos planteados, en ellos se consignará el numero promedio para los cual se utilizará histogramas para poner en evidencia los resultados.

V.6. Consideraciones éticas

Esta investigación fue aprobada por el Comité Institucional de Ética en la categoría de EXENTO.

VI. RESULTADOS

Luego de la búsqueda manual de los trabajos de investigación de tesis disponibles en la Biblioteca Central de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, se hallaron los siguientes resultados. De un total de 10062 trabajos de tesis disponibles en la Biblioteca Central, solo 1853, es decir, un porcentaje de 18.4% eran pertenecientes a la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y de estos solo doce trataban el tema a estudiar. Fig. 1.

Figura 1
N° Tesis Totales

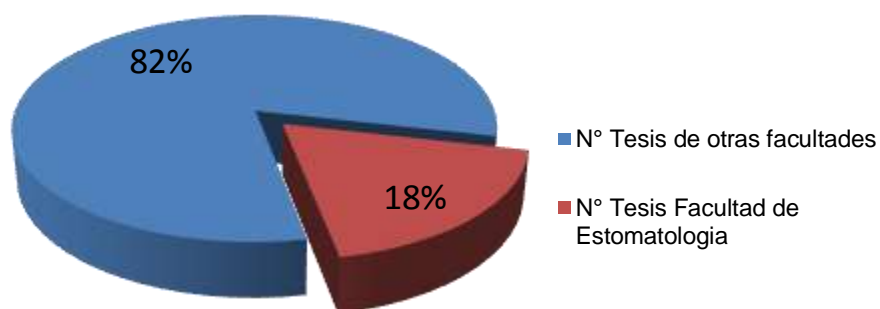


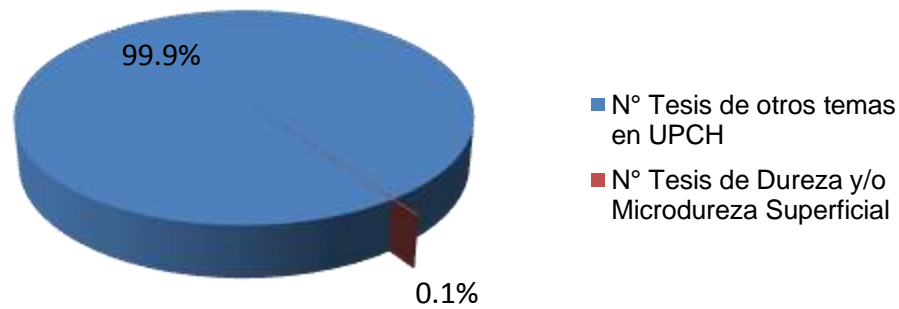
Tabla 1

N° Tesis Totales en Universidad Peruana Cayetano Heredia

N° Total de Tesis	N° Tesis Facultad de Estomatología de UPCH	N° Tesis Materiales dentales	N° Tesis materiales Restauradores	N° Tesis de Dureza y/o Microdureza Superficial de Materiales restauradores
10062	1853	95	31	12

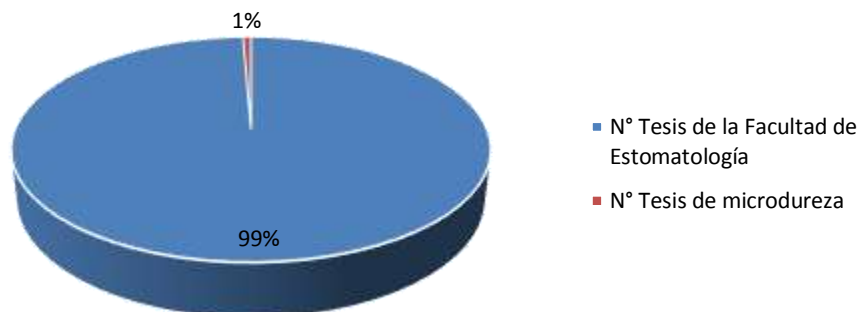
Del total de trabajos realizados por parte de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (1853), solo 31 investigaron materiales restauradores y, a su vez, de estos 31, solo 12 fueron acerca de la propiedad de dureza y/o microdureza superficial. En otras palabras, del total de trabajos de tesis disponibles, solo el 0.119% trataban el tema de dureza y/o microdureza superficial de materiales restauradores directos e indirectos. Fig. 2 y 3.

Figura 2
Porcentaje de Tesis de Dureza y/o Microdureza Superficial con Respecto al Total de Tesis

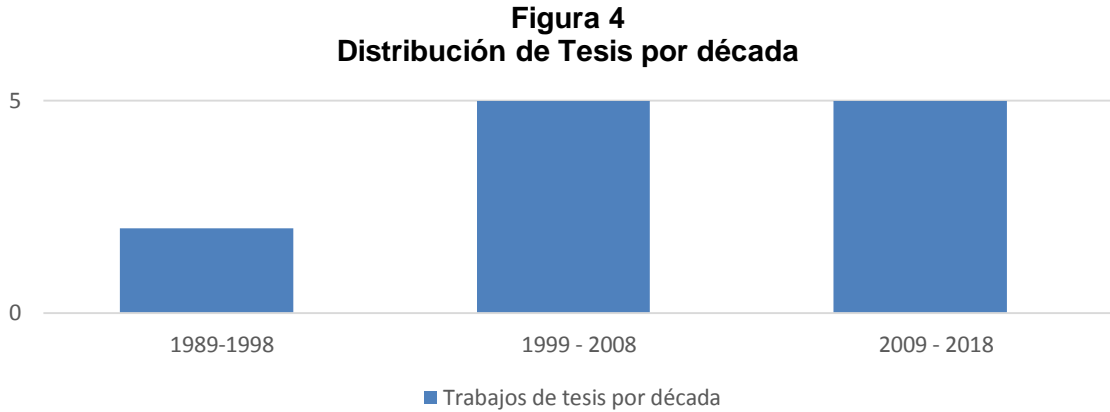


A

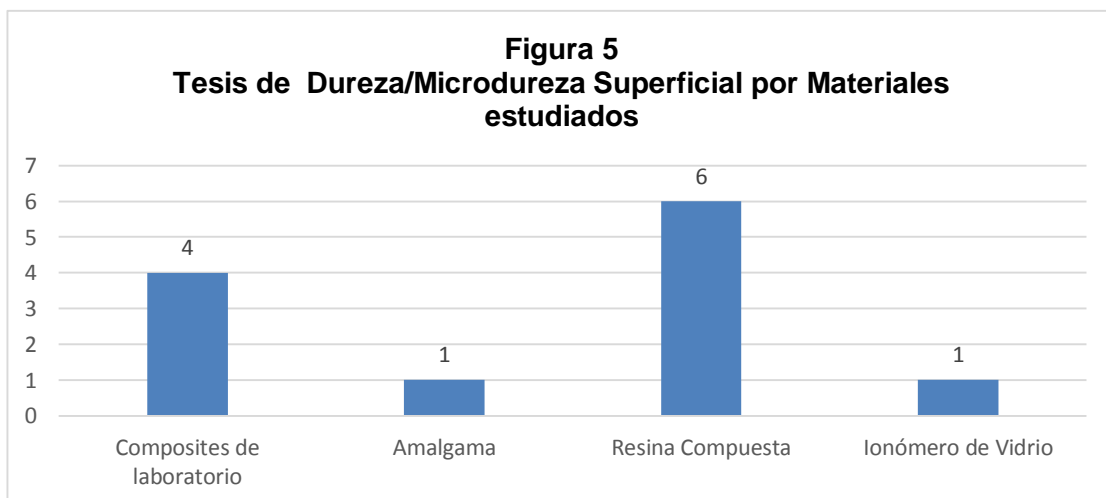
Figura 3
Porcentaje de Tesis de Dureza y/o Microdureza Superficial con respecto a Tesis de la Facultad de Estomatología



continuación, observamos la distribución de trabajos de tesis dividida en las tres décadas evaluadas. Fig 4.



Los trabajos realizados acerca de la propiedad mecánica en mención fueron realizados en diversos tipos de materiales restauradores, siendo los más estudiadas las resinas compuestas (50%), a estas las siguen los composites indirectos (33.3%) y, en último lugar encontramos a los ionómeros de vidrio (8.3%) y amalgamas dentales (8.3%). Fig 5.



Se identificaron además los métodos de medición de dureza superficial más utilizados para estos estudios, siendo el principal el método de dureza de Vickers en el 100% de los casos. Fig 6



Tabla 2

Resumen de Estudios de microdureza superficial de materiales restauradores en la Universidad Peruana Cayetano Heredia

Nombre del autor	Jannette Falcón Pinedo	Yesenia Rocío del Carmen Estremadoyro Torrealva	Rosalía Elena Amaro Padilla	Bertha Portocarrero Calle	Peggy Cabrejos Piedra
Título	Estudio Comparativo “in vitro” de la dureza y de la morfología superficial de los cerómeros frente a la acción de diferentes soluciones ácidas ³¹	Estudio Comparativo “in vitro” de la dureza superficial de un polividrio frente a la acción de distintas soluciones ácidas ³²	Efecto in vitro del fluido gástrico simulado sobre la degradación de las cerámicas odontológicas ³³	Análisis de microdureza de una amalgama “N” ³⁴	Efecto de los barnices blanqueadores sobre la microdureza superficial de resinas microhíbridas y nanopartículas. Estudio in vitro ³⁵
Año	1999	1998	2012	1989	2008
Método de dureza	Microdurómetro Vickers (10kg)	Microdurómetro Vickers (15kg)	Balanza de precisión, perfilómetro de no contacto Proscan 2000, microdurómetro Vickers	Microdurómetro de Vickers	Microdurómetro de Vickers
Material evaluado	Cerómero Targis (Ivoclar)	Polividrio Artglass (Kulzer)	Cerámicas dentales feldespáticas VM@13, VM@7 y la feldespática con refuerzo de leucita VM@9.	Amalgama dental “Pentaloy”, amalgama dental (Sybraloy), amalgama dental “N” de tipo convencional.	Resinas microhíbridas: Filtek Z250 (3M ESPE), Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) y 4 Seasons (Ivoclar Vivadent). Resina de nanopartículas: Filtek Z350 (3M ESPE).
Nº de especímenes por grupo experimental	18 especímenes (3 por grupo experimental)	18 especímenes de 12x10x4mm (3 por grupo experimental)	108 especímenes: 18 por grupo experimental (6mm de diámetro y 2mm de grosor)	9 especímenes (3 por tipo de amalgama)	60 especímenes de 5x5x2mm (divididos en 12 grupos de 5)
Laboratorio donde se realizó la experiencia	Laboratorio en la pontificia Universidad Católica del Perú	Laboratorio en la pontificia Universidad Católica del Perú	Laboratorio de apoyo de la Clínica Esomatológica Central Cayetano Heredia, Laboratorio Dental David Loza Fernández de la UPCH, Centro de Ciencias de Salud de la Universidad de Texas en San Antoni, EE. UU.	Laboratorio de la Facultad de Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, Laboratorio de Química de la Universidad Peruana Cayetano Heredia	Laboratorio de Física de la Universidad Nacional de Ingeniería

Otro:					
Número de pruebas realizadas	15 pruebas por grupo (5 por espécimen)	15 pruebas por grupo (5 por espécimen)	-	9 pruebas por amalgama (3 pruebas por espécimen)	Discos sometidos a blanqueamiento por 14 días.
Grupos experimentales y tiempo	G1 Control G2 Jugo de limón peruano (5min) G3 Coca Cola (5 min) G4 Café (Nescafé) (5 min) G5 Ácido fluorhídrico (Ivoclar) (4 min) G6 Flúor en espuma acidulado 1.23% (Topex) (4 min).	G1 Control G2 jugo de limón peruano (5min) G3 Coca Cola (5 min) G4 Café (Nescafé) (5 min) G5 Ácido fluorhídrico 9.5% (Ultradent) (4 min) G6 Gel de flúor fosfato acidulado 1.23% (Herpo) (4 min).	G1 Cerámica Vita VM®13 (Vita) (24h) G2 Cerámica Vita VM®13 (Vita) (7d) G3 Cerámica Vita VM®7 (Vita) (24h) G4 Cerámica Vita VM®7 (Vita) (7d) G5 Cerámica Vita VM®9 (Vita) (24h) G6 Cerámica Vita VM®9 (Vita) (7d)	G1 Amalgama dental "Pentaloy" G2 Amalgama dental "Sybraloy" G3 Amalgama dental "N" de tipo convencional	Grupo codificados por asesor: G. A G. B G.C G.D G.E G.F G.G G.H G. I G. J G. K G. L Se sometieron a blanqueamiento con los diferentes barnices (4 grupos con Colgate Simply White, 4 con Rapid White Brush On y 4 con Vivastyle Paint on Plus) por 14 días.
Test estadístico	ANOVA / Prueba de Scheeffe	Prueba de Scheeffe	t de Student / ANOVA	t de Student	Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnof y t de Student
Resultados	El ácido fluorhídrico produjo una mayor disminución en la dureza superficial del cerómero	El ácido fluorhídrico produjo el valor más bajo de dureza superficial en el polividrio Artglass	Las cerámicas evaluadas mostraron cambios en la dureza y rugosidad superficial después de 24h y 7d de exposición al fluido gástrico. No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las cerámicas	La amalgama Pentalloy se puede considerar como ligeramente dura; la Sybraloy como semi-blanda y la "N" como blanda.	No existe diferencia significativa en la microdureza superficial de ninguna resina luego de ser expuesta a los barnices Vivastyle Paint on Plus y Colgate Simply White. La microdureza superficial Vickers de la resina 4 Seasons disminuye luego de exponerse al blanqueador Rapid White Brush On.
Apoyo económico	No	No	No	No	No

Nombre del autor	Giovana Elizabeth Reynoso Zeballos	Oswaldo Ramos Portocarrero	María Yesenia Amaro Rivera	Erika Gaby Arce de la Cruz
Título	Microdureza superficial de una resina compuesta según opacidad y tiempo de exposición polimerizado por medio de lámpara halógena y LED ³⁶	Estudio comparativo “in vitro” de la acción de enjuagatorios bucales que contengan y no contengan alcohol sobre la dureza superficial de un material estético restaurador indirecto ³⁷	Evaluación de la microdureza superficial de los ionómeros de vidrio sometidos a las bebidas de mayor consumo en la ciudad de Lima ³⁸	Efecto del incremento de temperatura previo a la fotopolimerización en la dureza superficial de resinas compuestas: estudio “in vitro”. ³⁹
Año	2007	2000	2010	2005
Método de dureza	Microdurómetro de Vickers: HMV-2 (Shimatzu)	Microdurómetro de Vickers	Microdurómetro de Vickers (midiendo 10 especímenes al inicio, 10 a los 30 días y 10 a los 60 días post inmersión)	Microdurómetro de Vickers
Material evaluado	Resina microhíbrida 4Seasons (Ivoclar Vivadent) en colores: Enamel Trans Super Clear, Enamel A2, Dentin A2	Cerómero Targis (Ivoclar)	Ionómero de vidrio convencional de alta viscosidad (Ketac Molar Easymix 3M ESPE) y ionómero de vidrio modificado con resina (3M Vitremer™)	Resina compuesta: Nanopartículas: Filtek Supreme (3M ESPE) Microhíbridas: Tetric Ceram (Vivadent), Z250 (3M ESPE)
N° de especímenes por grupo experimental	90 especímenes: 5 por grupo experimental (discos de 5x5x2mm)	18 especímenes (16x10x5mm) divididos en 3 grupos experimentales	180especímenes: 30 por grupo experimental (5x5x2mm) (6 grupos)	30 especímenes: 10 por grupo (2mm grosorx8mm diámetro) (3 grupos)
Laboratorio donde se realizó la experiencia	Laboratorio de Ingeniería de Materiales de la Universidad Estadual de Ponta Grossa	Laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú	Instituto de corrosión de la Pontificia Universidad Católica de Perú, Laboratorio de Química de la Universidad Peruana Cayetano Heredia	Laboratorio de Ingeniería mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú
Otro:				
Número de pruebas realizadas	-	-	-	-
Grupos experimentales y tiempo	G1. ETSC – Luz halógena – 20s G2. ETSC – Luz halógena –	G1. Control: suero fisiológico (2min) G2. Enjuagatorio bucal no	G1. Ketac Molar sometidos a bebida carbonatada (1min – 3min saliva artificial --> 20 min)	GA. Filtek Supreme 5 discos convencional 5 discos incremento de

	<p>40s G3. ETSC – Luz halógena – 60s G4. ETSC – LED – 20s G5. ETSC – LED – 40s G6. ETSC – LED – 60s G7. E A2 – Luz halógena – 20s G8. E A2 – Luz halógena – 40s G9. E A2 – Luz halógena – 60s G10. E A2 – LED – 20s G11. E A2 – LED 40s G12. E A2 – LED 60s G13. D A2 – Luz halógena – 20s G14. D A2 – Luz halógena – 40s G15. D A2 – Luz halógena – 60s G16. D A2 – LED – 20s G17. D A2 – LED – 40s G18. D A2 – LED – 60s</p>	<p>alcoholado (2min) G3. Enjuagatorio bucal alcoholado (2min)</p>	<p>G2. Ketal Molar sometidos a néctar de fruta. (1min – 3min saliva artificial --> 20 min) G3. Ketac Molar sometidos a solución de agua destilada (control) (1min – 3min saliva artificial --> 20 min) G4. Vitremer sometidos a bebida carbonatada (1min – 3min saliva artificial --> 20 min) G5. Vitremer sometidos a néctar de fruta (1min – 3min saliva artificial --> 20 min) G6. Vitremer sometidos a agua destilada (control) (1min – 3min saliva artificial --> 20 min) Realizado cada 24 horas durante 30 y 60 días</p>	<p>temperatura GB. Tetric Ceram 5 discos convencional 5 discos incremento de temperatura GC. Z250 5 discos convencional 5 discos incremento de temperatura Todas se sometieron a pruebas de dureza en la base (2) y en la superficie (1)</p>
Translucidez de la resina	<p>Super Clear: 56.6% Enamel A2: 13.7% Dentin A2: 7.9%</p>	-	-	-
Test estadístico	<p>Programa estadístico SPSS, ANOVA y t de Student</p>	<p>Prueba Kruskal Wallis, prueba de Scheeffe</p>	<p>Prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, prueba t de Student, U. Mann-Whitney, ANOVA Y Kruskal-Wallis.</p>	<p>Prueba t de Student,</p>
Resultados	<p>La opacidad influyó en los valores de microdureza de tal manera que la resina con mayor opacidad obtuvo los menores niveles de microdureza superficial, sobre todo al ser</p>	<p>La alteración de la dureza superficial y en la morfología superficial de los especímenes es mayor luego de ser expuestos a la acción del enjuagatorio alcoholado.</p>	<p>La bebida carbonatada y néctar de fruta afectaron significativamente la microdureza superficial del ionómero de vidrio convencional de alta viscosidad a los 30 y 60 días. A los 30 días la bebidas carbonatada afectó la microdureza del ionómero</p>	<p>Para el grupo A: valores de dureza aumentan en la superficie 1 cuando se fotopolimeriza de forma convencional y no con el aumento de temperatura; no existe diferencia entre ambos métodos para la superficie 2.</p>

	<p>polimerizado con lámpara halógena. No hubo diferencia en relación al tiempo de exposición al polimerizar con LH o LED excepto en las resinas E A2 y D A2 al polimerizar solo 20s con LH. Mayores valores de microdureza al polimerizar con LH. En la mayoría de grupos la superficie tuvo mayor dureza que la base.</p>		<p>de vidrio modificado con resina mientras que a los 60 días fue afectada también por el néctar de frutas. La microdureza superficial del ionómero de vidrios convencional de alta viscosidad disminuyó más que la del ionómero modificado con resina en todos los casos.</p>	<p>Para el grupo B: el incremento de temperatura aumenta los valores de dureza superficial para la superficie 2 comparado con el protocolo convencional. Para el grupo C: el incremento de temperatura aumenta la dureza superficial de la superficie 2 en comparación con el método convencional.</p>
Apoyo económico	(Empresa Ivoclar vivadent: apoyo con materiales y préstamo de dispositivos)	No	No	Premio Bárbara Ann Kotowski

Nombre del autor	Jesús Sebastian Gallegos Sotomayor	Mercedes Jaquelin Velasco Guerrero	Romina Andrea Naupari Villasante
Título	Determinación de la microdureza superficial de una resina compuesta manipulada por espátulas expuestas a diferentes agentes de limpieza y lubricación ⁴⁰	Influencia de la fuente de luz y el tipo de activación sobre la microdureza superficial de una resina compuesta ⁴¹	Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas manipuladas con guantes contaminados ⁴²
Año	2013	2015	2017
Método de dureza	Microdurómetro de Vickers MMT(Buehler) con una carga de 100gf durante 30 segundos	Microdurómetro de Vickers MMT(Buehler) con una carga de 0.1 Kgf durante 30 segundos	Microdurómetro Vickers Leitz (Wetzlar)
Material evaluado	Resina compuesta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St.Paul, MN USA) color A2. Discos de 2 mm de alto, 20mm de diámetro y un agujero central de 5 mm de diámetro.	Resina compuesta Z350XT (3M ESPE) color A2, colocada en un único incremento. Discos de 2 mm de alto, 20mm de diámetro y un agujero central de 5 mm de diámetro.	Resina compuesta Filtek Z350XTTM, 3M ESPE y Herculite Précis®, Kerr
N° de especímenes por grupo experimental	32 especímenes, 8 por grupo experimental, cada uno lubricado o limpiado con diferentes agentes durante la inserción de la resina compuesta.	24 especímenes, 6 por grupo experimental	-
Laboratorio donde se realizó la experiencia	Universidad Nacional de Ingeniería	Universidad Nacional de Ingeniería	-
Otro:			
Número de pruebas realizadas	4 registros por superficie	4 impresiones por superficie de muestra, 48 superficies indentadas en total y 192 impresiones	-
Grupos experimentales y tiempo	G1. Gasa estéril sin lubricación o limpieza (control) G2. Limpieza con alcohol 96° G3. Lubricación con alcohol 96° G4. Lubricación con adhesive Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE)	G1. LC Activación continua con lámpara LED G2. LH Activación continua con lámpara halógena G3. LDActivación discontinua con lámpara LED (4 fotoactivaciones de 10s con intervalos de 10s) G4. HDActivación discontinua con	G1. Guantes de látex con talco G2. Guantes de látex sin talco G3. Guantes de látex sin talco con saliva G4. Guantes de látex sin talco con alcohol G5. No manipulación o contaminación (control)

		lámpara halógena (4 fotoactivaciones de 10s con intervalos de 10s)	Cada resina fue manipulada manualmente durante 10 seg y fotoactivada por 20 seg con unaintensidad de luz de 1000mW/cm ² usando la unidad de fotocurado LED VALO - Ultradent
Translucidez de la resina	A2	A2	-
Test estadístico	Estadística descriptiva, análisis de ANOVA y Tukey	Prueba de Shapiro Wilks, análisis de ANOVA y Tukey	Prueba de Kruskal-Wallis y Post-Test de Mann-Whitney con un nivel de significancia de p<0.05
Resultados	<p>No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p>0,05$) cuando se analizó la base de las muestras. En la superficie se encontró menores valores de microdureza cuando se lubricó con adhesivo con respecto a los otros grupos ($p<0,05$).</p> <p>No se encontraron diferencias significativas entre los grupos cuando se analizó la base de las muestras utilizando como agente de limpieza alcohol 96° y como agentes de lubricación alcohol 96° y adhesivo AdperTM Single Bond 2 y grupo control.</p>	<p>Se evidenció que tanto el factor fuente de luz como técnica de activación influenciaron en los valores de microdureza superficial. Los resultados de ANOVA muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados ($p<0.05$) tanto para la superficie como para la base. El mayor valor de microdureza superficial fue encontrado en el grupo LC tanto para la superficie como la base y el grupo con el menor valor fue el HD. Conclusión: La fuente de luz LED produjo los mayores niveles de microdureza independientemente de la técnica de activación, y la técnica de activación continua proporcionó los mayores valores de microdureza superficial independientemente del tipo de fuente de luz.</p>	<p>Se encontró diferencia significativa en los valores de microdureza entre los grupos evaluados y el control, mostrando los valores de microdureza más bajos el grupo de guante de látex con talco para el grupo de Filtek Z350XTTM y el grupo de guante de látex sin talco con saliva para Herculite Précis®.</p> <p>Conclusión: _La manipulación digital de las resinas compuestas disminuye la microdureza superficial de las mismas, por lo que se debería evitar esta técnica.</p>
Apoyo económico	No	No	No

VII. DISCUSIÓN

La presente investigación ha encontrado que la cantidad de trabajos de investigación realizados en la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia acerca del tema de propiedades mecánicas como dureza y/o microdureza superficial es aún limitada. Esto podría deberse a los limitados recursos con los que contamos a diferencia de otras grandes universidades de América Latina, cuyos recursos en temas de investigación son mayores. Realizando una búsqueda simple en el repositorio académico de la Universidad de Chile, nos encontramos con un mayor porcentaje de estudios de dureza, en total 119 estudios que datan entre los años 2006 al 2018. Sin embargo, si realizamos la comparación con facultades de odontología a nivel nacional, contamos con una mayor cantidad de trabajos de investigación en general, y específicamente en el tema de dureza superficial. En general, la cantidad de trabajos de investigación en odontología a nivel nacional es reducida.

Sin embargo, podemos observar que, en los últimos 10 años, la tasa de estudios realizados en la UPCH con respecto a la microdureza de materiales dentales se ha incrementado en un 71%. Entre los años 1988 a 1998 se llevaron a cabo solo 2 estudios, entre los años 1999 al 2008, se realizaron 5 y en los últimos 10 años (2009-2018), encontramos un total de 5 estudios. Podemos extrapolar estos resultados a los encontrados mediante una búsqueda simple en Pubmed, en la cual hallamos resultados similar pero a mayor escala. Entre los años 1989 a 1998 encontramos un total de 18 trabajos acerca de la propiedad mecánica de microdureza superficial; más adelante, en la siguiente década encontramos 115 trabajos y finalmente, en los últimos 10 años (2009-2018) hallamos un total de 267. Podríamos relacionar estos resultados al mayor interés que existe actualmente por conocer mejor las propiedades de los materiales que utilizamos, a la mayor gama de productos que existen y que continúa en incremento y a las mejoras que se realizan en los productos existentes para mejorar su función.

El estudio de esta propiedad de los materiales dentales es de gran importancia. Existen numerosas bebidas, sustancias y situaciones, propias del cuerpo o externas, que pueden comprometer la dureza superficial de los dientes y los materiales restauradores. La reducida dureza superficial de los materiales restauradores, se correlacionará con una pobre resistencia al desgaste, lo que lo hace más propenso a

perdida parcial del mismo, que puede comprometer la fuerza de fatiga y desencadenar en el fracaso de la restauración.^{46, 47, 48}

Los resultados indican que los materiales más evaluados son las resinas compuestas, seguidas de los composites de laboratorio. Estos resultados podrían ser el reflejo de que son estos materiales los que se utilizan con mayor frecuencia en los tratamientos restauradores ya sean directos o indirectos, además de que se cuenta con una amplia gama de productos. El uso de estos materiales restauradores se ha elevado sustancialmente con el paso de los años debido a que brindan una excelente apariencia estética, sus formulaciones han ido mejorando, la manipulación de las mismas es sencilla y tienen la habilidad de proporcionar adhesión a los tejidos duros.^{46,48,49} Por otro lado, sabemos que una de las enfermedades de mayor prevalencia en odontología es la caries dental y el tratamiento que se le da a esta con mayor frecuencia son las restauraciones con resina compuesta, ya que queremos siempre realizar los tratamientos menos invasivos y así evitar dañar estructura sana.

De acuerdo a los resultados de las investigaciones incorporadas, no existe diferencia cuando se hace la comparación de diferentes marcas comerciales de resinas.

Al revisar la literatura, existen estudios (García-Contreras y cols.) que concluyen que la resina Filtek Z350 muestra los mayores valores promedio de microdureza, probablemente asociada al tamaño de micropartículas del relleno inorgánico.⁵⁰ Uno de los factores que influye en la disminución de la dureza es la profundidad de polimerizado, la cual a su vez puede afectarse por la fuente de luz, intensidad de luz, tiempo de exposición y distancia.^{51,52,53}

Mediante una búsqueda simple en Pubmed, sCielo y Lilacs, encontramos resultados similares en cuanto a la cantidad de estudios de revistas indexadas respecto a dicha propiedad mecánica. Hallando la mayor cantidad de estudios acerca de microdureza superficial en el caso de resinas compuestas, seguido de ionómero de vidrio, cerámicas dentales y en último lugar encontramos a las amalgamas dentales.

Los ionómeros de vidrio, estos constituyen materiales que se utilizan en situaciones específicas. No se utilizan como material restaurador definitivo debido a que no tienen la resistencia que tienen otros materiales dentales como lo son las resinas compuestas y los composites de laboratorio. Entre sus desventajas encontramos la

pobre fuerza flexural y limitada resistencia al desgaste (lo cual imposibilita el uso de este material en cavidades que serán sometidas a excesiva carga), sensibilidad a la humedad y pobre estética, debido a su opacidad⁵⁴. Además, según Burke y cols, las restauraciones realizadas con ionómero de vidrio tienen un desempeño subóptimo en comparación a otros tipos de restauraciones⁵⁵.

Las amalgamas dentales son un método que, a pesar de su resistencia, está siendo menos utilizado actualmente. Esto se debe a que en la actualidad los estándares de estética dental han cambiado y es esto lo que buscan los pacientes primordialmente. Como es de nuestro conocimiento los materiales mencionados líneas arriba deben presentar esta cualidad para poder ser usados como materiales restauradores.

En los últimos años, las restauraciones que en el pasado eran las de elección, actualmente se han reemplazado por materiales del color del diente, para todos los tipos de restauraciones⁵⁶; esto explica el motivo por el que hay menos cantidad de estudios respecto a dicho material y un incremento en los estudios sobre composites y composites indirectos. Estos dos últimos tienen una alta tasa de supervivencia a través de los años⁵⁷.

La totalidad de estudios fueron estudios in vitro, la gran mayoría de las investigaciones sobre esta propiedad mecánica son de este tipo debido a la dificultad que representa realizarlos in vivo. Es necesario realizar más estudios adaptados a nuestro medio, tanto a nuestra alimentación como a nuestra disponibilidad de materiales, de manera que podamos determinar cuál es el tratamiento o el material de elección para cada situación, adaptado a la necesidad y condición del paciente. Sobre todo en los últimos años se ha visto un incremento en el consumo de bebidas azucaradas, bebidas azucaradas y carbonatadas, jugos de fruta procesada, así como la utilización de procedimientos estéticos que requieren el uso de aclaradores dentales; los cuales tienen un pH crítico que puede dañar tanto la estructura dentaria como a los materiales restauradores. Las bebidas tienen por lo general una gran concentración de azúcar en su composición y un pH bajo. Los materiales restauradores, al encontrarse constantemente expuestos a dichos agentes químicos, pueden alterar su composición química y en consecuencia sus propiedades físicas, entre ellas la dureza superficial.

En cuanto a los agentes aclaradores o blanqueadores, se sabe que a menor pH del gel blanqueador al que se someten los dientes y el material restaurador, mayor será la

solubilidad de los mismos. Sin embargo, a medida que este se disocia en la boca, el pH se incrementa. El efecto remineralizador de la saliva y la degradación de los compuestos puede incrementar el valor del pH y eliminar el efecto desmineralizante del agente⁴⁶⁵⁸. Por tal motivo sería importante evaluar los cambios en las propiedades mecánicas de los materiales restauradores, en particular la dureza y microdureza superficial, en condiciones naturales o intentando reproducir las mismas. La metodología fue diferente en todos los estudios, por tanto, sería necesario estandarizarlas para poder realizar las comparaciones entre los mismos.

Con respecto a las pruebas de dureza y microdureza estas constituyen una de las más importantes y más empleadas en la selección y determinación del control de calidad de los materiales. Estos son métodos sencillos que nos permiten evaluar el funcionamiento de los componentes microestructurales de los materiales. En esta revisión pudimos determinar que el método de dureza utilizado en todos los casos, fue el método de Vickers. Este método, junto con el de Knoop, son los más utilizados en este tipo de estudios⁵⁹. Es uno de los más difundidos ya que permite evaluar una amplia gama de materiales, es el más indicado para evaluar especímenes como los mencionados en los estudios en forma de discos, además de ser capaz de determinar la dureza de áreas pequeñas y para materiales muy duros⁶⁰; miden con precisión la dureza de toda clase de materiales, en este caso en específico, materiales dentales restauradores, sin dañar por completo las muestras. El método de dureza de Knoop se utiliza en especímenes alargados, es más sensible a las características de superficie del material y se utiliza para evaluar el esmalte y dentina. La prueba de Vickers es menos sensible y más susceptible a errores de medición que la de Knoop⁶⁰. Sin embargo, es a la cual tenemos acceso actualmente en nuestra ciudad.

La mayor parte de estudios acerca de este tema han sido realizados en Facultades de la Pontificia Universidad Católica del Perú, seguidos de la Universidad Nacional de Ingeniería o laboratorios en Universidades en el extranjero. Esto debido a que no contamos con laboratorios implementados con los materiales, dispositivos y herramientas necesarias para realizar este tipo de trabajos de investigación. Es por este motivo que existe un déficit de producción en esta área y resultaría favorable potenciar medios que fomenten la investigación, mejorar infraestructura (laboratorios equipados), brindar apoyo económico y recursos humanos para investigaciones de mayor envergadura, que pueden resultar en un impacto positivo importante. No contar

con dichas facilidades e infraestructura pone en riesgo que se continúe con la línea de materiales dentales en nuestro entorno.

Sin embargo, como mencionamos anteriormente, la tasa de trabajos de investigación se ha incrementado en los últimos años, lo cual se ve correlacionado con la mejora en la infraestructura, apoyo, conocimientos de las propiedades y desarrollo de nuevos materiales. Actualmente la oportunidad de trabajar con este tipo de maquinaria es de mayor acceso.

Por otro lado, encontramos que existen gran cantidad de trabajos inscritos en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) que aún no han sido publicados, así como algunos que han sido publicados y no se encuentran registrados, solo encontramos registrados aquellos que datan del año 2007 en adelante. De esta manera encontramos una oportunidad de mejora para optimizar la base de datos con la que contamos. La pregunta que queda aun sin responder es cuales habrían sido las razones porque habiéndose inscrito no pudieron llevarse a cabo. Tal vez ensayando una respuesta podría ser falta de infraestructura en nuestra institución y la eventualidad de no contar con un subsidio para poder realizarla. Tal como pone de manifiesto el informe de la UNESCO sobre ciencia e investigación hasta el año 2013, cuando los países están dispuestos a invertir mas en personal de investigación y actividades de investigación financiadas con fondos públicos, la inclinación de las empresas a invertir en investigación también aumenta.⁶¹ Los líderes en investigación actualmente son la Unión Europea, China y EEUU, estas regiones cuentan con mayor financiamiento y con un Gasto Bruto en Investigación y Desarrollo (GBID) mayor. Hace 10 años, China representaba solo el 5% de las publicaciones mundiales, actualmente representa el 20%, este es el reflejo de una mayor inversión en investigación, así como de un incremento en la cantidad de investigadores⁶². El Perú tiene uno de los menores valores de GBID en comparación con economías similares como las de Colombia y Chile. Sin embargo, se podría decir que vamos por buen camino ya que la este se incremento en un 46% entre los años 2014 y 2015. El censo nacional publicado por CONCYTEC en el año 2016 indica que el principal obstáculo que enfrentan los centros de investigación fue la falta de recursos financieros, seguido por la falta de conocimientos de fondos que financian o la falta o deficiencia de coordinación dentro de la institución o con otras instituciones⁶³.

De todos los países de América Latina, a pesar de que varios están implantando políticas en pro de la investigación, solo Brasil posee una intensidad de investigación y desarrollo comparable al de las economías emergentes. Si queremos reducir esta brecha, debemos incrementar el número de investigadores e invertir en investigación⁶².

Es necesario crear alianzas más estratégicas, como por ejemplo el Consorcio de Universidades que existe actualmente, de tal manera que nos permitan incrementar y potenciar la investigación en general y, sobre todo en el área de odontología en la cual el grado de investigación no es muy alto en nuestro país. En universidades en países extranjeros se fomenta la investigación en gran medida, brindando facilidades para estudiantes y docentes, de manera que puedan desarrollar estudios que tendrán un impacto importante en la salud de la población.

Los estudiantes e investigadores deben ser capacitados para la realización de investigaciones de gran envergadura, las cuales deben tener el apoyo de organizaciones gubernamentales como CONCYTEC que se encuentran interesadas en promover el crecimiento de nuestro país en términos de formación de capital humano e investigación científica y tecnológica, de modo que el bienestar alcance a todos los ciudadanos. Actualmente solo encontramos 24 odontólogos registrados en el Registro de Investigadores en Ciencia y Tecnología (REGINA) del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). A nivel internacional, Perú se encuentra en desventaja respecto a países similares de la región en cuanto número de investigadores, con solo un 0.2 por cada mil integrantes de la Población Economicamente Activa (PEA)⁶³.

La investigación científica y tecnológica que va dirigida al desarrollo se hace, en América Latina, mayoritariamente en universidades o institutos de investigación.⁶⁴ Según los rankings universitarios, en general, las universidades mejor rankeadas tienen el apoyo de investigación.⁶⁵ Estos rankings consideran la investigación, en particular de nuevas tecnologías, como fundamental; así como también a la cantidad de alumnos y docentes premiados, trabajos publicados, artículos indexados y el performance académico de la institución.^{65, 66} Si bien es cierto que el porcentaje de publicaciones de investigadores peruanos ha ido en incremento desde el año 2003, este continúa siendo bajo. La formación de capital humano calificado es un

elemento central para el desarrollo de las capacidades de un país, pues promueve la investigación científica y tecnológica, y facilita la generación de un vínculo dinámico entre ciencia, competitividad y desarrollo (Jaramillo, 2008).^{67,68} Para lograr este objetivo, debemos invertir en esta área que resulta tan importante para incrementar la competitividad de nuestra casa de estudios no solo a nivel nacional, sino también a nivel internacional, de tal manera que podamos competir con universidades extranjeras en las que el área de investigación es primordial y se encuentra en crecimiento exponencial; además de contribuir en el desarrollo de nuestro país.

Percibo que de esta evaluación descriptiva que nos permite reflexionar sobre esta oportunidad, estamos seguros que se podrán realizar mejoras, sobre todo en el área de investigación que demanda una Universidad que busca la excelencia como objetivo.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo con las limitaciones propias de esta investigación podemos concluir lo siguiente:

Las metodologías utilizadas para la evaluación de la dureza de materiales dentales fueron diferentes en todos los estudios.

El material restaurador más evaluado fue la resina compuesta.

El número y tamaño de los especímenes fue diferente para cada grupo.

En todos los estudios se utilizó la prueba de dureza de Vickers.

En los últimos 30 años se encontraron 12 estudios que evalúan la dureza superficial de diversos materiales dentales restauradores.

IX. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las limitaciones del estudio, recomendamos:

1. Utilizar una metodología estandarizada y validada ISO 4049 para materiales restauradores poliméricos, y estándares ASTM384 para las pruebas de dureza.
2. Desarrollar esta línea de investigación de revisiones de trabajos realizados por la Facultad de Estomatología de la UPCH.
3. Desarrollar esta línea de investigación en otras facultades a nivel regional y nacional.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Oviedo, F. Dientes blancos como la nieve. URL disponible en: http://saludactual.cl/odontología/blanqueamiento_dental.php (fecha de acceso 18/01/13)
2. Becerra, G; Villa S., H; Taborda R., S. Algunos Factores determinantes de la estética dental. Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq; 14(2):6-17, ene.-jun. 2003
3. Barrancos, J. Operatoria Dental. 3ª edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S. A.; 1999: 975-989
4. Documentación Científica SR Adoro Ivoclar Vivadent. Ed. Diciembre 2003
5. McLaren EA, Whiteraan YY. Ceramics: rationale for material selection. Compend Contin Educ Dent. 2010;31(9):666-700.
6. Organización Mundial de la Salud. Future use of dental materials. 2010:1-57. http://www.who.int/oral_health/publications/dentalmaterial2011.pdf. (fecha de acceso 18/01/13).
7. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. Dent Mater 2001;17:34-9.
8. Gill, N; Pathak, A. Comparative evaluation of the effect of topical fluorides on the microhardness of various restorative materials: An in vitro study. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry. 28(3): 193-199. Jul-Set 2010.
9. Wonghantew, S; Patanapiradej, V; Maneenut, C; Tantbirojn, D. Effect of acidic food and drinks on surface of enamel, dentine and tooth-coloured filling materials. J Dent 2006; 34(3): 214-220.
10. Moraes, RR; Marimon, JL; Schneider, LF; Correr Sobrino, L; Camacho, GB; Bueno, M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. Clin Oral Investig. 2006 Mar; 10(1): 23-8
11. Philips, R.W.: La Ciencia de los Materiales Dentales. 10 ma. Edición. Ed. M.C. Graw-Hill. Interamericana. México.; 1998.
12. Barrancos Mooney. Operatoria dental. Integración clínica. 4ta edición Editorial Panamericana. 2006. pg 727-728
13. Sukumaran VG, Bharadwaj N. Ceramics in dental applications. Trends Biomater. 2006;20(1):7-11
14. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: an update. J Conserv dent. 2010;13(4):195-203
15. Macchi, L. Materiales dentales: fundamentos para su estudio. Editorial Médica Panamericana. 2ª edición. Buenos Aires. 1993.
16. Leinfelder KF. Porcelain esthetics for the 21st century. J Am Dent Assoc. 2000;131:47
17. Kelly JR. Dental ceramics: what is this stuff anyway? J Am Dent Assoc. 2008;139(suppl 4):4S-7S.
18. Denry I, Holloway JA. Ceramics for dental applications: a review. Materials. 2010;3(1):351-368
19. Hämmerlc C, Sailor I, Homa A, et al. Dental ceramics: essential aspects for clinical practice. Quintessence. 2009.
20. Macchi R. Materiales dentales. Editorial Médica Panamericana 4a edición. Buenos Aires-argentina. 2007. Pg. 87-89, 103-108.
21. Janda R. Chemistry and Physics dental plastics. In: Eichner K, Kappert HF Dental materials and their processing. Heidelberg: Huethig publishing, 2005.
22. Hervas-Garcia A, Martinez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006;11(2):E215-20.

23. Moszner N, Salz U. New Developments of polymeric dental composites. Prog. Polym. Sci. 2001;26:42.
24. O'Brien WJ . , Ryge G. Materiales dentales y su selección . Ed Medica Panamericana. Buenos Aires, 1980
25. Craig, RG. Materiales de odontología restauradora. 10ª edición. Ed. Elsevier Health Science Division. 1998 .
26. Barceló FH, Palma JM. Materiales dentales. Conocimientos básicos aplicados. 2ª ed. México, D.F.: Trillas; 2004.
27. Erazo, LV; Vinasco, FB; Ruan Antury, JD. Comparación de la microdureza superficial vicker's del cemento autoadhesivo-autograbador relyx unicem y el cemento dual relyx unicem. rev colombiana de investigación en odontología. Rev Col de Investigación en Odontología 2010; Vol1, No3.
28. Goodman C. Literature Searching and Evidence Interpretation for Assessing Health Care Practices. SBU, Stockholm, 1996
29. Centro Cochrane Iberoamericano, traductores. Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 [actualizada en marzo de 2011]. Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano; 2012. Disponible en <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>
30. Guerra, JA; Muñoz, PM; Santos Lozano, JM. Las revisiones sistemáticas, niveles de evidencia y grados de recomendación. MBE: Las revisiones sistemáticas. Sevilla, España. 2003.
31. Ferreira González, I; Urrútia, G; Coello, PA. Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. Rev Esp Cardiol. 2011;64(8):688–696. 2011.
32. Guyatt GH, Rennie D, Meade MO. Summarizing the evidence. Users' guides to the medical literature. New York: McGraw Hill; 2009.
33. Vander Voort G, Lucasof buehler G. Microindentation Hardness Testing. Originalmente: Advanced Materials and Processes Magazine. Set 1998. Disponible en <http://www.metallography.com/amp/micro.htm>
34. Falcón J, Saravia, MA. (1999) Estudio comparativo "in vitro" de la dureza y de la morfología superficial de los cerómeros frente a la acción de diferentes soluciones ácidas. Bachiller. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
35. Estremadoyro Y, Saravia MA. (1998) Estudio comparativo in vitro de la dureza superficial de un polividrio frente a la acción de distintas soluciones ácidas. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
36. Amaro R, Delgado L. (2012) Efecto in vitro del fluido gástrico simulado sobre la degradación de las cerámicas odontológicas. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
37. Portocarrero B. (1989) Análisis de microdureza de una amalgama "N". 1989. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
38. Cabrejos P, Delgado L. (2008) Efecto de los barnices blanqueadores sobre la micodureza superficial de resinas microhíbridas y nanopartículas. Estudio in vitro. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
39. Reynoso G, Delgado L. (2007) Microdureza superficial de una resina compuesta según opacidad y tiempo de exposición polimerizado por medio de lámpara halógena y LED. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
40. Ramos O, Saravia MA. (2000) Estudio comparativo "in vitro" de la acción de enjuagatorios bucales que contengan y no contengan alcohol sobre sobre la

- dureza superficial de un material estético restaurador indirecto. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
41. Amaro M, Castillo JL. (2010) Evaluación de la microdureza superficial de los ionómeros de vidrio sometidos a las bebidas de mayor consumo en la ciudad de Lima. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
 42. Arce E, Saravia MA. (2005) Efecto del incremento de temperatura previo a la fotopolimerización en la dureza superficial de resinas compuestas: estudio "in vitro". Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
 43. Gallegos J, Mas J. (2013) Determinación de la microdureza superficial de una resina compuesta manipulada por espátulas expuestas a diferentes agentes de limpieza y lubricación. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
 44. Velasco M, Delgado L. (2015) Influencia de la fuente de luz y el tipo de activación sobre la microdureza superficial de una resina compuesta. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
 45. Ñaupari R, Tay Chu Jon L. (2017) Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas manipuladas con guantes contaminados. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Estomatología. Lima, Perú.
 46. Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent.* 2005;30:213–9. [PubMed]
 47. de Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Bueno M, et al. Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *J Prosthodont.* 2008;17:323–6. [PubMed]
 48. Uhl A, Mills RW, Jandt KD. Photoinitiator dependent composite depth of cure and Knoop hardness with halogen and LED light curing units. *Biomaterials.* 2003;24:1787–95. [PubMed]
 49. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozel S. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: Influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J Appl Oral Sci.* 2013;21:124–31. [PMC free article] [PubMed]
 50. García-Contreras R, Scougall-Vilchis R, Acosta-Torres L, Arenas-Arocena M, García-Garduño R & de la Fuente-Hernández J. Vickers microhardness comparison of 4 composite resins with different types of filler. *J Oral Res* 2015; 4(5): 313-320
 51. Pires JA, Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int.* 1993;24(7):517–21.
 52. Groninger AIS, Soares GP, Sasaki RT, Ambrosano GMB, Lovadino JR, Aguiar FHB. Microhardness of nanofilled composite resin light-cured by LED or QTH units with different times. *Brazilian J Oral Sci.* 2011;10:189–192.
 53. Leprince JG, Leveque P, Nysten B, Gallez B, Devaux J, Leloup G. New insight into the "depth of cure" of dimethacrylate-based dental composites. *Dent Mater.* 2012;28(5):512–20.
 54. Combe E C, Burke F J T, Douglas W H. *Dental Biomaterials.* Kluwer Academic Publishers, 1999
 55. Burke FJ, Lucarotti PS. The ultimate guide to restoration longevity in England and Wales. Part 3: Glass ionomer restorations – time to next intervention and to extraction of the restored tooth. *Br Dent J.* 2018 Jun 8;224(11):865-874.

56. Forss H¹, Widström E. Reasons for restorative therapy and the longevity of restorations in adults. *Acta Odontol Scand.* 2004 Apr;62(2):82-6.
57. Ástvaldsdóttir Á, Dagerhamn J, van Dijken JW, Naimi-Akbar A, Sandborgh-Englund G, Tranæus S, Nilsson M. Longevity of posterior resin composite restorations in adults – A systematic review. *J Dent.* 2015 Aug;43(8):934-54
58. Zanolla, Jaine & Brites da Costa Marques, Amanda & Carneiro da Costa, Deisi & Souza, Albert & Coutinho, Margareth. (2016). Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: A systematic review and meta-analysis. *Australian Dental Journal.* 62. 10.1111/adj.12494.
59. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: A review. *Dent materials* 25 (2009)143–157.
60. Wang Linda, D'Alpino Paulo Henrique Perlatti, Lopes Lawrence Gonzaga, Pereira José Carlos. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J. Appl. Oral Sci.* [Internet]. 2003 Sep [cited 2018 Aug 13]; 11(3): 162-167.
61. Soete L, Schneegans S, Eröcal D, Angathevar B, Rasiah R. UNESCO Science Report: towards 2030 – Executive Summary. Ediciones UNESCO. 2015
62. I Censo nacional de investigación y desarrollo a centros de investigación 2016 - CONCYTEC
63. Arocena R, Sutz J. Universidades para el desarrollo. Ediciones UNESCO. 2016
64. Marope PTM, Wells PJ, Hazelkorn E. Rankings and Accountability in Higher Education Uses and Misuses. UNESCO Publishing 2013.
65. Academic Ranking of World Universities – 2017 - <http://www.shanghairanking.com/ARWU-Methodology-2017.html>
66. Estudio sobre resultados e impactos de los programas de apoyo a la formación de posgrado en Colombia: hacia una agenda de evaluación de calidad. Facultad de Economía, Universidad del Rosario, 2008.
67. Situación de la formación de capital humano e investigación en las universidades peruanas. II Censo Nacional Universitario 2010. CONCYTEC. 2014
68. Jaramillo (2008) “Estudio sobre resultados e impactos de los programas de apoyo a la formación de posgrado en Colombia: hacia una agenda de evaluación de calidad”. Facultad de Economía, Universidad del Rosario

XI. ANEXOS

Anexo 01.

Ficha de recolección de datos

1) Nombre del autor					
2) Título					
3) Año					
4) Método de dureza					
5) Material evaluado					
6) N° de especímenes por grupo experimental					
7) Laboratorio donde se realizó la experiencia					
8) Otro:					
Número de pruebas realizadas					
Grupos experimentales y tiempo					
Test estadístico					
Resultados					
Apoyo económico					