



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**PROPIEDADES FÍSICAS Y ÓPTICAS EN
RESTAURACIONES ESTRATIFICADAS Y MONOLÍTICAS.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

MARCO ANTONIO MERÍN ALVARADO

TUTORA: Esp. ALBA LORENA CAÑETAS YERBES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A dios por darnos a mi familia salud, paciencia y solvencia durante mi carrera.

A mi madre Cecilia Alvarado porque siempre ha sacrificado cosas para que yo esté bien, darme su amor y comprensión, porque me ha apoyado en nuevos proyectos y por haber confiado siempre en mí cuando ella no estaba.

A mi padre Camilo Merín por darme carácter ante la vida y enseñar que las cosas se disfrutan más cuando son propias fruto de trabajo y esfuerzo.

A mi hermano Miguel Ángel, a mi cuñada Carla por brindarme su apoyo incondicional, mis sobrinas Bere y Diana porque son una pieza fundamental en mi familia para que estemos unidos.

A mi novia Viridiana Aguilar por estar conmigo durante la carrera, por tenerme paciencia y apoyarme, además de confiar en mí para realizar nuestro nuevo proyecto.

A mi demás familia tíos, primos mi abuelita Lupita por confiar en mí, preocuparse y brindarme su apoyo.

A la Dra. Lorena Cañetas por dedicarme un poco de su tiempo y paciencia para realizar esta trabajo.

Doy gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme desde la prepa sus instalaciones, profesores y demás para realizar mi carrera como cirujano dentista y hacerme sentir siempre como en casa.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVO.....	6
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.....	7
1.1 Restauraciones cerámicas.....	7
1.2 Definición de cerámica.....	7
1.3 Definición de propiedades ópticas y propiedades físicas....	7
1.4 Antecedentes.....	8
CAPÍTULO 2. SISTEMA DE CERÁMICAS INTEGRALES.....	11
2.1 Clasificación de las cerámicas dentales.....	12
2.2 Composición.....	12
2.3 Cerámicas feldespáticas.....	14
2.3.1 Cerámicas de alto contenido de feldespato.....	15
2.3.2 Cerámicas de bajo contenido de feldespato.....	15
2.3.3 Leucita.....	16
2.4 Vitrocerámicas.....	16
2.4.1 Disilicato de litio.....	17
2.4.2 Fluorapatita.....	18
2.5 Oxidocerámicas.....	19
2.5.1 Alúmina.....	20
2.5.2 Zirconia	21
2.6 Metal- cerámica.....	23



CAPÍTULO 3. MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.....	26
3.1 Condensación de polvo.....	26
3.2 Infiltradas o slip cast.....	27
3.3 Coladas a presión.....	28
3.4 CAD-CAM.....	30
CAPÍTULO 4. PROPIEDADES ÓPTICAS.....	32
4.1 Color.....	32
4.2 Translucidez.....	33
4.3 Fluorescencia.....	36
4.4 Opalescencia.....	38
CAPÍTULO 5. PROPIEDADES FÍSICAS.....	40
5.1 Microdureza.....	40
5.2 Elasticidad.....	41
5.3 Conductibilidad eléctrica.....	43
5.4 Erosionabilidad.....	44
CONCLUSIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50



INTRODUCCIÓN

Las restauraciones cerámicas han sido utilizadas durante varias décadas ofreciendo muy buenos resultados a largo plazo. Es por tal motivo que hoy en día es uno de los materiales de elección en los procedimientos restaurativos en prótesis fija.

A través de los años ha tenido una evolución considerable en cuanto a sus propiedades físicas y ópticas, para convertirse cada vez más en un material que cumpla con los requerimientos estéticos que tanto el profesional como el paciente exigen. Las propiedades ópticas que nos otorgan en la actualidad los materiales cerámicos en una rehabilitación protésica tales como la elevada translucidez, la gama de colores y el nivel de opacidad son evidentes y de gran importancia para el paciente.

Las cerámicas monolíticas son restauraciones termoprensadas que nos otorgan mayor resistencia a la flexión pero con bajas propiedades ópticas ya que este tipo de cerámicas son opacas y caracterizadas mediante pigmentos que con el paso del tiempo desaparecen convirtiéndose en restauraciones monocromáticas y las estratificadas nos confieren mayores propiedades ópticas pero bajas propiedades físicas por lo tanto menos resistentes a las fuerzas de flexión. Según sea la demanda estética de las restauraciones será el método de producción que sea de elección es por esto que debemos saber y conocer las alternativas que hoy en día tenemos en el mercado para hacer una buena elección del material a utilizar.



OBJETIVO

Identificar las propiedades físicas y ópticas en restauraciones monolíticas y estratificadas.



CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Restauraciones cerámicas

Las porcelanas dentales juegan un importante papel en la fabricación de la mayoría de las restauraciones fijas. La translucidez, y la biocompatibilidad les otorgan propiedades estéticas muy deseables. No obstante por naturaleza son frágiles, se trata básicamente de vidrios no cristalinos compuestos de unidades estructurales de sílice y oxígeno.¹

1.2 Definición de cerámica

El término cerámica proviene (del griego antiguo *kéramos*, que significa “arcilla”, “tierra del alfarero”) es un material compuesto inorgánico no metálico, muy dúctil en el estado natural, rígido después de la fase de cocción en el horno.²

Hace referencia al elemento más importante en la evolución de las culturas más antiguas; constituido básicamente por arcilla y secadas al sol convirtiéndose en el único material para la elaboración de objetos de uso diario.³

1.3 Definición de propiedades ópticas y propiedades físicas

Este tipo de propiedades describe el comportamiento de un material ante radiaciones electromagnéticas, en especial aquellas cuya longitud de onda se encuentra entre 400 y 700 nm (milésima parte de un micrómetro o milmillonésima parte del metro), es decir, la parte del espectro que el ojo humano detecta y constituye lo que se conoce como luz o radiación luminosa.



Las propiedades físicas de los materiales depende de la materia con la que están formados: en algunos casos de los átomos que la componen, en otro las uniones entre ellos, o de la presencia de electrones libres.⁴

1.4 Antecedentes

La primera verdadera porcelana se atribuye a la dinastía Han en china, 100 años a.C. esta cerámica se utilizó para la elaboración de recipientes glaseados y de varios colores. En las siguientes seis dinastías se perfecciona la porcelana con la adición de caolín y piedra de china para el período de Tang (618-906 años d.C) se descubre la porcelana translúcida.^{4, 5}

La técnica es conocida en Europa en el siglo VIII d.C. gracias a los intercambios con la civilización árabe, pero el proceso de producción fue importada a Europa solo a partir de la segunda mitad del siglo XVII.

Fue perfeccionado por J. Botter para las fábricas de Meissen (Sajonia) y mantenido inicialmente como secreto industrial, con la definición de Arcanum.

El descubrimiento de minas de caolín en Limoges llevó al desarrollo de la manufactura real de los hermanos Grellet en Francia (1171) y a la difusión de la tecnología.

Pierre Fauchard (1678-1761) en su libro *El cirujano Dentista* reconoce por primera vez la gran cualidad que tiene la porcelana en la técnica de elaboración de dentaduras e inicia un auge de investigación para perfeccionarla.³ Figura 1



Figura 1 Prótesis de porcelana.⁶

La cerámica feldespática fue introducida en Europa (1720) con una formulación basada en tiza, cuarzo y feldespato. Ya en 1774 el boticario Alexis Duchateau y el dentista parisino Nicolás Dubois desarrollan con éxito las primeras dentaduras cerámicas.

Posteriormente en 1808 el dentista italiano residente en París, Guiseppangelo Fonzi fabricó con gran éxito dientes en porcelana con pilares de platino como elemento retentivo para ser utilizados en la parte posterior mostrando de esta forma un gran avance en la odontología restaurativa.⁴

Herbs en 1882 introduce las inlays de vidrio en porcelana y en 1885 Logan resuelve el problema de unión entre la cerámica y los postes mediante la utilización de postes en platino, lo que llamó coronas Richmond. Land, en 1886, aprovechando las ventajas del platino como estructura, introduce la primera porcelana feldespática para la elaboración de coronas e incrustaciones mediante la utilización de un horno controlado a temperatura. Esta técnica tuvo gran reconocimiento por presentar cualidades ópticas y fue mas popular mediante la adición de alúmina como refuerzo.

Fue Weinstein, a partir de los 50s, mediante la cocción al vacío y la adición de leucita, para controlar el coeficiente de expansión térmica, y de esta forma permitir la fusión del oro para poder realizar tratamientos de coronas y prótesis parciales fijas.



Hacia 1980 se introducen en el mercado los sistemas de porcelanas libres de metal y de contracción controlada.

En 1983, se produjo la introducción del sistema Cerestone, un sistema cerámico de alta resistencia y libre de contracción durante el procesado, que permitió aumentar las indicaciones de las coronas cerámicas de más alta resistencia para los sectores posteriores. En este sistema el porcentaje de alúmina del núcleo era mayor y con un proceso de elaboración sumamente complejo.

Francisco Duret en 1986 publicó un artículo llamado: Computerized Dentistry, el cual describió a detalle el sistema de diseño y manufactura asistidos por computadora denominado CAD/CAM, por sus siglas en inglés.

En 1996 el sistema In-Ceram el cual se basa en la realización de coronas mediante un núcleo de alúmina presinterizado con un contenido de alúmina del 70% inicialmente poroso y que posteriormente es infiltrado con vidrio; Weigh daría a conocer un sistema innovador llamado IPS Empress de cerámica pura y para 1998 revelo el sistema IPS para cerámica prensada, siendo en el año 2001 cuando salió al mercado como CEREC In Laby en ese mismo año la escuela de Atenas, propone la reconstrucción estética basada en coronas de cerámica pura, finalmente en el año 2002 se da a conocer la cerámica modificada por estratificación con Apatita de flúor reforzada por leucita, disilicato de aluminio y oxido de Zirconia.⁵



CAPÍTULO 2 SISTEMA DE CERÁMICAS INTEGRALES

2.1 Clasificación de las cerámicas dentales

Existen diversos tipos de cerámicas dentales utilizados en odontología restauradora, que han sido clasificadas con diferentes criterios, como:

- Uso o indicación : anteriores, posteriores; carillas, postes y núcleos; fundida sobre metal, pigmentos y glaseados.
- Composición: alúmina, zirconia, disilicato de litio y leucita.
- Métodos de fabricación: completamente sintetizadas, parcialmente sintetizadas, infiltradas por vidrio, moldeadas o condensadas, coladas e inyectadas, torneadas o maquinadas mediante copiadoras o fresadoras a través de sistemas CAD-CAM.
- Temperatura de horneado o fusión: baja (900-1080°C), media (1080-1260°C) o alta fusión (1260-1400°C).
- Microestructura: vítreas, cristalinas y de vidrio con cristal.
- Translucidez: opacas, translúcidas y transparentes.

McLaren y cols el año 2009 y luego Giordano y cols el año 2010 proponen su clasificación que considera el tipo de procesamiento de las cerámicas y sus características microestructurales, según la naturaleza de su composición y proporción de la relación vidrio cristal. A pesar de esto generaría una gran variabilidad, se pueden clasificar en 4 grandes categorías (Cuadro 1).^{5,6,7}



Categoría 1	Sistemas basados en vidrio, principalmente sílice.
Categoría 2	Sistemas basados en vidrio, principalmente sílice, con rellenos generalmente cristalinos, como lo son leucita, disilicato de Litio o diferentes vidrios de alta fusión.
Categoría 3	Sistemas basados en cristales con relleno de vidrios principalmente alúminas.
Categoría 4	Sistemas sólidos policristalinos como alúmina y zirconia.

Cuadro 1 Clasificación según su procesado y sus características microestructurales.

Otra interesante clasificación propuesta por Griggs en el 2007, que combinan la clasificación según su composición e indicación de Kelly del año 2004, con la clasificación según su método de fabricación, se basa en el hecho que cerámicas de similar o igual composición pueden ser fabricadas por diferentes técnicas de laboratorio, donde cada método de fabricación resulta en diferentes defectos, precisión en el ajuste y características de translucidez. Estas diferencias son importantes ya que afectan el comportamiento clínico de la cerámica.⁸

2.2 Composición

La porcelana es considerada como el más alto nivel de producción cerámica; esta formado por tres componentes principales: caolín (hidrosilicato de aluminio, $Al_2O_3 \cdot SiO_3 \cdot 2H_2O$), sílice (arena de cuarzo) y feldespato :

- Caolín le confiere las propiedades plásticas y el color blanco a la porcelana.
- Cuarzo es el componente inerte (refractario), que desempeña la función de desengrasante (o de reducción, es decir que reduce la absorción de agua) y vitrificante (genera vidrio), de manera que disminuye la contracción y deformación por sinterización y además, aumenta la resistencia.



- Feldespato es el fundente, ya que, al ser fundido a temperaturas más bajas del caolín, desciende notablemente la cocción; con el cual se convierte en un material vítreo, de alta viscosidad y transparencia. ⁵

Otros componentes:

- Fundentes: Reducen la temperatura de fusión y mejoran las propiedades mecánicas.
- Pigmentos : Óxidos metálicos y colorantes (oxido de indio amarillo, oxido de cobalto azul, oxido de cromo verde, oxido de hierro marrón y negro, oxido de níquel o platino gris, complejos de óxidos de magnesio, aluminio y hierro rosado.
- Opacificadores. ^{8,5}

La gran mayoría de las cerámicas dentales tiene una estructura mixta, es decir, son materiales compuestos formados por una matriz vítrea (cuyos átomos están desordenados) en la que se encuentran inmersas partículas más o menos grandes de minerales cristalizados (cuyos átomos que están dispuestos uniformemente).⁸

Figura 2



Figura 2 Microestructura In ceram Vita. ¹⁶



Es importante señalar que la fase vítrea es la responsable de la estética de la porcelana mientras que la fase cristalina es la responsable de la resistencia. Por lo tanto, la microestructura de la cerámica tiene una gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico de un sistema depende directamente de su composición.^{8, 5, 9}

2.3 Cerámicas feldespáticas

En su composición y estructura domina una matriz vítrea (compuesto inorgánico no metálico que carece de estructura cristalina), compuesta de feldespato (75-85%), de la cual dependen principalmente las propiedades ópticas y de una fase cristalina compuesta principalmente por cuarzo SiO_2 (15-80%), leucita (0-55%), alúmina Al_2O_3 (11-60%), caolín $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-2H}_2\text{O}$ (0-5%) y por pigmentos, óxidos metálicos (1%) (Cuadro 2).⁸

Estructura	Componentes	Proporción	Propiedades
Fase vítrea	Feldespato de Al y K	75-85%	Conforman la matriz vítrea y otorgan propiedades ópticas
Fase cristalina	Cuarzo	15-80%	Resistencia mecánica
	Leucita	0-55%	Compatibiliza CET para núcleos metálicos
	Alúmina	11-60%	Resistencia mecánica
	Caolín	0-5%	Permite el moldeo y actúa como opacante
	Pigmentos	1%	Proporciona los efectos de color y fluorescencia

Cuadro 2 Composición de las cerámicas feldespáticas.



2.3.1 Cerámicas de alto contenido de feldespato

Las cerámicas de alto contenido de feldespato están compuestas por feldespato y contienen cuarzo en un porcentaje reducido (cristalinidad 15-25%), composición de la cual depende la elevada translucidez y la reducida resistencia a la fractura.

Deben ser tomados en cuenta como vidrios feldespáticos más que como cerámicas verdaderas son utilizadas en la actualidad para revestimiento estético de estructuras y para carillas debido a sus elevadas características estéticas.

La resistencia a la flexión es de 60 a 100 MPa, para las cerámicas elaboradas por condensación y sinterización, y hasta 120 MPa para cerámicas sinterizadas industrialmente y fresadas mediante CAD/CAM. ⁵

2.3.2 Cerámicas de bajo contenido de feldespato

En las cerámicas de bajo contenido de feldespato es necesario introducir un mayor porcentaje de cristalitas de alúmina o leucita (45-50%) para poder ejercer dos funciones:

- Aumentar las propiedades mecánicas obstaculizando la fractura.
- Disminuir la translucidez y aumentar la opacidad, para obstaculizar el paso de la luz.

Con respecto al cuarzo, la alúmina le confiere mayor resistencia mecánica a la flexión (170 MPa), aumenta la temperatura de cocción y la resistencia a la cristalización (es posible un mayor número de cocciones), pero reduce la translucidez.

Estos materiales son utilizados con técnica de estratificación para revestimiento estético, para coronas anteriores e incrustaciones con sistemas CAD/CAM, debido a su translucidez y facilidad de fresado. ⁵



2.3.3 Leucita

Las Vitrocéramicas reforzadas con leucita presentan una translucidez moderada (cristalinidad del 40%) y resistencia (150 Mpa) dependiendo de la adhesión a la estructura dental para el éxito, su producción es por colado a presión y fresado CAD/CAM.

Están indicadas en la construcción de coronas individuales, carillas e incrustaciones en dientes anteriores; pero su uso está en constante descenso debido a las dificultades de elaboración (acabado, pulido y glaseado) y las propiedades mecánicas menores con respecto al disilicato de litio.²

2.4 Vitrocéramicas

Se define a la Vitrocéramica como una base de silicato de vidrio (feldespática), caracterizada por la típica estructura bifásica (amorfa y policristalina), ya que se produce a través de una cristalización guiada de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas.^{6,8}

Las cerámicas vítreas representan una nueva clase de material inorgánico, no metálico y microcristalino. Dos procesos de producción totalmente diferentes son necesarios para su producción: primero, la producción de vidrio; segundo: cristalización en un segundo tratamiento de calor.⁵

Los vidrios cerámicos poseen dos ventajas, comparados al material cerámico tradicional:

- La existencia de una fase cristalina uniformemente difusa entre la fase vítrea y la de cristalización del vidrio.
- No presentan porosidades.

De esta manera ocurre mejor la difusión de la luz, lo que acentúa mucho más sus cualidades estéticas.⁶



2.4.1 Disilicato de litio

Las elevadas propiedades mecánicas depende de la microestructura constituida por un 60% de fase cristalina de cristales de disilicato de litio en forma de aguja que son aproximadamente 3-6 μm y entrelazadas que obstaculizan la propagación de fracturas pero disminuyen la translucidez.^{8,5} Figura 3



Figura 3 Microesructura de Disilicato de Litio, cristales en forma de aguja.⁹

Sus métodos de producción son por estratificación, por termopresado y fresado CAD/CAM.

Las propiedades físicas, resultan más elevadas en cerámicas termopresadas (IPS e.max Press) y disminuyen progresivamente en los pequeños bloques para CAD/CAM (IPS E.MAX CAD) y en las cerámicas para estratificación como IPS Empress II.⁵

Las presentaciones de las pastillas de IPS e.max Press como los bloques maquinables de IPS e.max CAD presentan diferentes niveles de translucidez y opacidad. El primero presenta cuatro (HT, LT, MO, HO) y el segundo, tres (HT, LT, MO). De esta manera amplían sus posibilidades.^{8,9} Figura 4

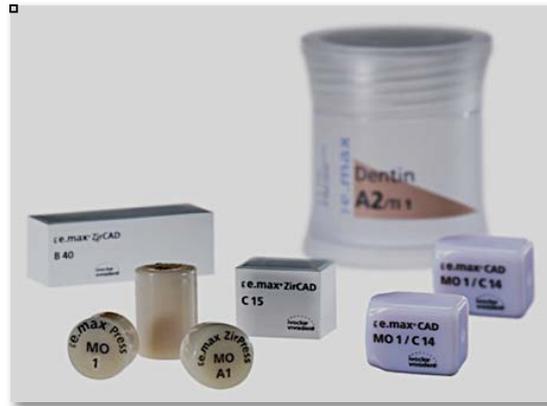


Figura 4 Presentación de las pastillas.²⁰

En la actualidad, el material es ampliamente utilizado tanto en prótesis monolíticas para estructuras de coronas (anteriores y posteriores) y prótesis fijas anteriores de tres unidades:

- Por sus características mecánicas, lo tornan indicados para la construcción de coronas individuales anteriores y posteriores, prótesis fija de 3 unidades en zona anterior y en posterior hasta segundo premolar (para estructuras y para productos monolíticos).
- Por sus características estéticas de translucidez (60% de cristalinidad), superiores a las oxidocerámicas.^{2,3,4}

2.4.2 Fluorapatita

Las cerámicas de revestimiento tradicionalmente son vidrios compuestos principalmente por una fase vítrea amorfa (70 a 85%), una fase cristalina reducida para garantizar propiedades ópticas.

Las vitrocerámicas con base de fluorapatita son producidas sin el uso de componentes feldespáticos y por este motivo no pueden formar leucitas; están compuestas por una mezcla homogénea de vidrios, que determinan una estructura compuesta por:

- Cristales hexagonales de fluorapatita.



- Vidrios sinterizados con base de silicato.

La luz es difusa a lo largo de estos cristales de fluorapatita englobados en la matriz de vidrio, que presentan una estructura similar al diente natural.² Figura 5

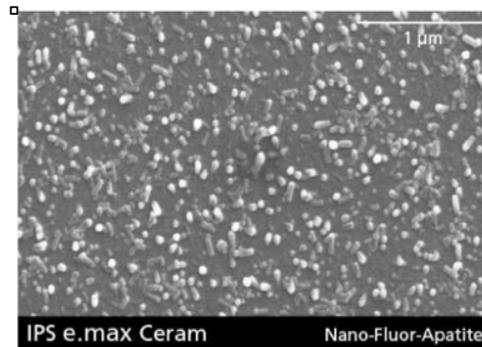


Figura 5 Cristales de fluorapatita.²⁰

Los índices de refracción similares entre fase cristalina (hidroxiapatita) y vítrea determinan una menor luminosidad pero mayor translucidez; por el contrario, en otras cerámicas silicáticas, las cuales están compuestas por fases cristalinas y amorfas con índice de refracción diferente, aumenta la luminosidad pero disminuye la translucidez.

Las cerámicas con base de fluorapatita representan una alternativa reciente, disponible para estratificación y prensado, como revestimiento sobre estructuras en disilicato de litio y zirconio.^{2,3}

2.5 Oxidocerámicas

Son cerámicas policristalinas de alta resistencia también llamadas óxidos cerámicos, los cuales carecen de fase vítrea y en ellas todas sus partículas están densamente empacadas. Mientras este grupo tiene propiedades mecánicas superiores, son relativamente opacas comparadas con el grupo de las cerámicas vítreas.²



2.5.1 Alúmina

En 1965, McLean y Hughes abrieron una nueva línea de investigación en el mundo de las cerámicas sin metal. Estos autores incorporan a la porcelana feldespática cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado fue un material con microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica. Esta mejora en la tenacidad de la porcelana provocó que se pudieran realizar coronas totalmente cerámicas.^{2,3}

Sin embargo, pronto observaron que este incremento de óxido de aluminio provocaba una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. Cuando la proporción de alúmina supera el 50% se produce un aumento significativo de la opacidad. Por este motivo, en la actualidad las cerámicas de alto contenido en óxido de aluminio se reservan únicamente para la confección de estructuras internas, siendo necesario recubrirlas con porcelanas de menor cantidad de alúmina para lograr un mimetismo con el diente natural.³

Se trata de un tipo especial de oxidocerámicas de sinterización porosa, compuesta por dos fases interpenetrantes:

- Los núcleos de alúmina representan la estructura cristalina porosa, que puede ser reforzada en un 30% del volumen con otras cristalitas (alúmina, aluminato de magnesio, zirconio).
- El vidrio de aluminato de lantano (La_3O_2) infiltra y cierra los poros de la estructura extendiéndose en continuidad desde la superficie externa hasta la interna, sin formar parte de la estructura cristalina.² Figura 6

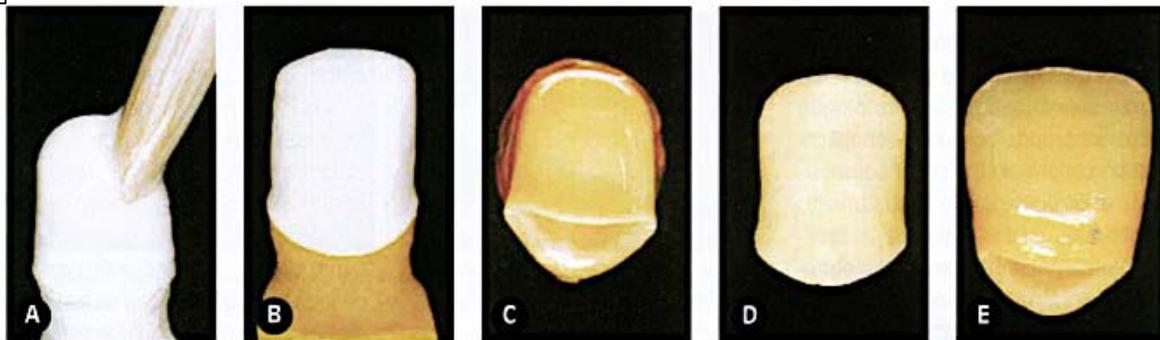


Figura 6 Secuencia de realización paso a paso de una corona de alúmina infiltrada con vidrio. A) Aplicación del óxido de aluminio. B) Aspecto de la cofia sinterizada. C) Colocación e infiltrado del vidrio. D) Aspecto de la cofia una vez infiltrada. E) Corona finalizada revestida mediante cerámica convencional.⁴

Dentro de éstas encontramos VITA In-Ceram Alúmina, Vita In Ceram Spinell en la cual se sustituye la alúmina por un óxido mixto de magnesio y alúmina lo que le proporciona mayor translucidez a la subestructura o cofia de porcelana. Esto es debido tanto al origen cristalino de la espinela ($MgAl_2O_4$), que le confiere propiedades ópticas isotrópicas, como el bajo índice de refracción de los cristales, alcanzando 400 Mpa de resistencia a la flexión; por último, existe In-Ceram Zirconio, que está constituida por un 67% de óxido de aluminio y un 33% de óxido de zirconio consiguiendo elevar la resistencia a la flexión hasta los 600Mpa.³

2.5.2 Zirconia

Estas cerámicas están compuestas por óxido de zirconio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de itrio (5%). La principal característica de este material es su elevada tenacidad debido a que su microestructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado “transformación resistente”. Este fenómeno descubierto por Garvie & cols. en 1975 consiste en que la zirconia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica, adquiriendo un volumen mayor .



De este modo, se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura (Figura 7).³

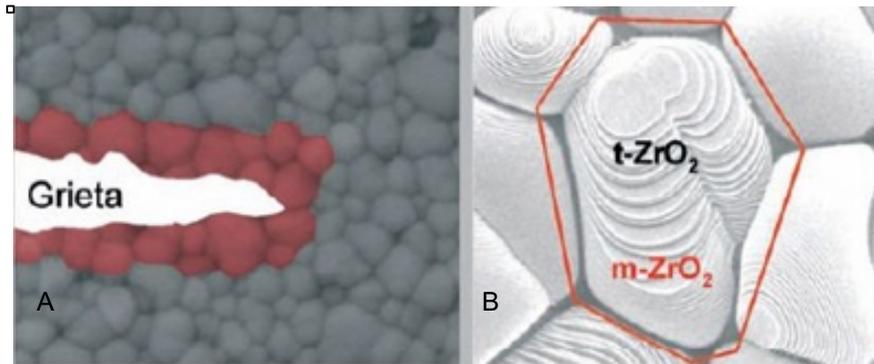


Figura 7 Fenómeno de estabilización de la zirconia. A) Transformación de fase cristalina pasa de forma tetragonal. B) a forma monoclinica.

Esta propiedad le confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa, superando con un amplio margen al resto de porcelanas. Estas excelentes características físicas han convertido a estos sistemas en los candidatos idóneos para elaborar prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico.

A este grupo pertenecen las cerámicas dentales de última generación: DC-Zircon[®] (DCS), Cercon[®] (Dentsply), In-Ceram[®] YZ (Vita), Procera[®] Zirconia (Nobel Biocare), Lava[®] (3M Espe), IPS e.max[®] Zir-CAD (Ivoclar), etc. Al igual que las aluminosas de alta resistencia, estas cerámicas son muy opacas (no tienen fase vítrea) y por ello se emplean únicamente para fabricar el núcleo de la restauración, es decir, deben recubrirse con porcelanas convencionales para lograr una buena estética.⁴



2.6 Metal-cerámica

Este tipo de restauración ha sido utilizada por mas de 40 años donde ha tenido gran evolución el componente estético de la porcelana y el desarrollo de nuevos metales.

Con este tipo de técnica se pueden fabricar restauraciones unitarias (coronas) o restauraciones múltiples, prótesis fija (varias coronas y púnticos); en el cual se fabrica una cofia metálica colada sobre el cual se fundirá la porcelana en un horno. Sobre la cofia metálica (corona) o sobre la estructura metálica (varias coronas, púnticos y conectores) previamente calibrada a un espesor entre 0.3 a 0.5 mm y arenada y descontaminada mediante ultrasonido o vapor de agua a presión, se coloca una primera capa opaca de porcelana (opaco) con un espesor de 0.1 a 0.2 mm, para luego cubrirla con dentina de cuerpo (dentina opaca, dentina) y esmalte (incisal, translúcidos).

El espesor mínimo debe ser en total 1.2 mm si se quiere obtener una estética adecuada. Esto requiere por lo tanto una amplia preparación dental para permitir el espacio de todos los espesores nombrados.

Unión de la porcelana al substrato metálico puede ser de tres tipos:

- Unión micro-mecánica: Se logra por la capacidad de humectación superficial de la cerámica logrando un intimo contacto. Adicionalmente el estado superficial de la aleación abrasionada y preparada adecuadamente.
- Unión compresiva- reológica: Se desarrolla por la contracción de la porcelana durante el enfriamiento que cubre la estructura, juega un papel muy importante en la resistencia de la unión.
- Unión química: La presencia de metales formadores de óxidos en especial de indio, hierro y estaño en la superficie de la aleación en una capa continua se combinan químicamente con la porcelana.



La fuerza de unión entre la porcelana y los diferentes sustratos metálicos puede llegar a valores entre 25 a 70 Mpa.⁵

Adicionalmente la unión al sustrato metálico esta influenciada por el contenido de leucita de la cerámica dental para elevar su coeficiente de contracción y expansión y de esta forma minimizar el estrés causado por la cocción, por tal motivo las aleaciones dentales y las cerámicas deben tener coeficientes de contracción casi iguales, por lo cual se utilizan aleaciones preciosas como oro, no preciosas cromo-níquel y cromo cobalto, y aleaciones semipreciosas plata-paladio .⁶

Las aleaciones con alto contenido de oro presentan muchas ventajas en relación a las aleaciones no preciosas o semi-preciosas como:

- Mejor adaptación marginal
- Menor oxidación
- Mejor color
- Mayor resistencia a la corrosión
- Mayor biocompatibilidad

Las restauraciones metal-cerámica a pesar de tener buena adaptación presentan algunos problemas estéticos:

- Presencia de metal en el borde cervical de la restauración (a excepción de las coronas metal-cerámica collar-less).
- Poco espesor de cerámica en la región cervical, con dificultad en la obtención del croma deseado.
- Alteraciones del color de la región cervical por el deposito de óxidos (Figura 8).⁵

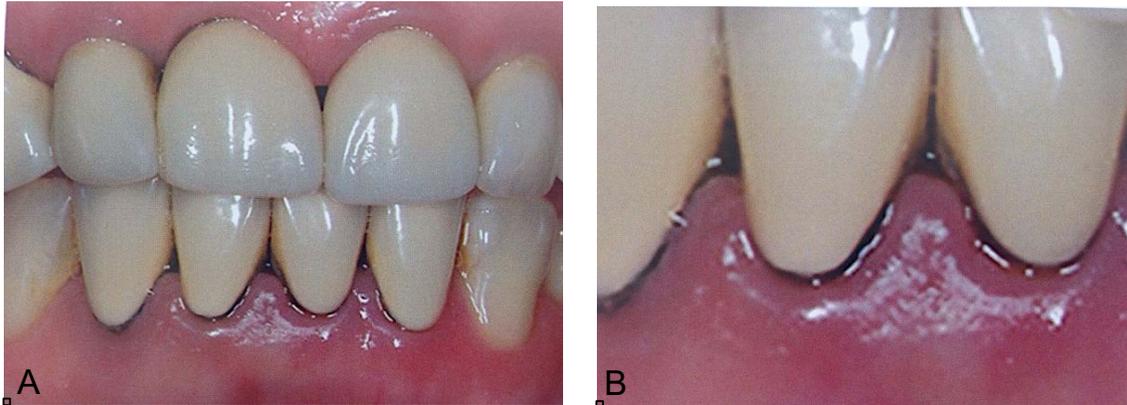


Figura 8 Cambios que sufren las coronas metal-cerámica. A) Aspecto monocromático de las restauraciones. B) Oxidación provocada por el contacto de la aleación metálica con fluidos bucales.

CAPÍTULO 3 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

3.1 Condensación y estratificación de polvo

Método tradicional utilizado, basados en el uso de polvo húmedo de porcelana con un pincel y remoción de los excesos de humedad para compactar las partículas de polvo.⁷ Figura 9

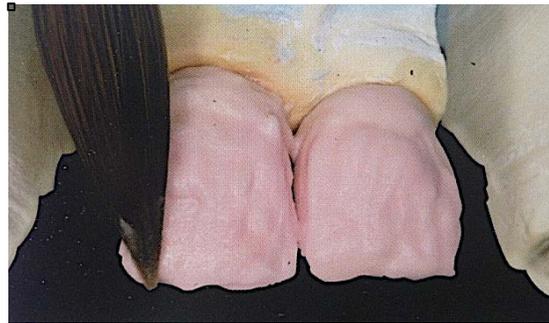


Figura 9 Aplicación de cerámica en polvo con un pincel.¹⁷

Adicionalmente el polvo es compactado por el flujo viscoso de los componentes vítreos durante el fundido bajo vacío. Las partículas cristalinas le proporcionan resistencia al material y a escala microscópica estas no están conectadas entre sí, si no que se presentan separados por regiones de vidrio. La naturaleza porosa y discontinua de la fase cristalina es responsable de la baja resistencia mecánica. Estas cerámicas son altamente translúcidas por lo que son aplicadas a carillas y núcleos como cerámica de recubrimiento. Son cerámicas feldespáticas que recubren el núcleo y se diferencian varios tipos de esta no por su composición química sino en variaciones en cuanto al color y a su temperatura de cocción:

- Porcelanas opacas u opaquer para enmascarar el color del núcleo, también actúan como agentes químicos de unión.
- Porcelanas para dentina, constituyen la masa principal del diente.

- Porcelanas para esmalte que imitan la translucidez del diente natural.
- Porcelanas para glaseado que infieren el brillo final a la restauración.²

Figura 10

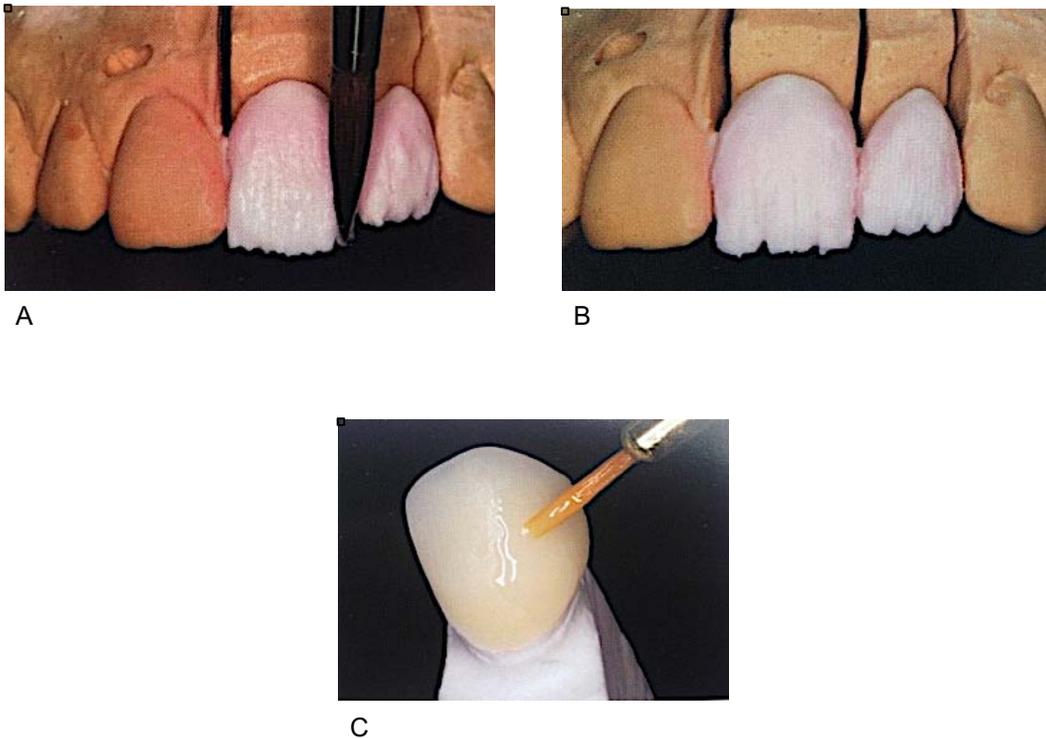


Figura 10 Método de estratificación A)Colocación de dentina. B)Colocación de esmalte. C)Colocación de pasta glaze.¹⁶

3.2 Infiltradas o slip cast

Este sistema se desarrollo en Francia el cual un polvo de finas partículas con alto contenido de alúmina es humedecido y aplicado sobre un modelo de yeso. Se mezcla con un líquido especial y se aplica una capa sobre el modelo duplicado bajo acción de la capilaridad; la humedad se absorbe, aglomera las partículas sobre el modelo y forma una estructura firme y densa.⁷



Esta estructura se esculpe y se sinteriza en un horno especial, a una temperatura de 1140°C, en un ciclo de 11 horas. Las partículas se funden y producen una estructura cristalina organizada. El elevado contenido de alúmina le confiere un aspecto blanco-opaco a la infraestructura y con baja resistencia.

Mediante una segunda cocción, a 1100°C, por unas 3 a 5 horas, la estructura de óxido de aluminio se sinteriza y se infiltra con vidrio fundido, obteniéndose una gran resistencia y volviéndose translúcida. Sobre esta estructura se aplican, de forma convencional las masas de cuerpo de la dentina y de esmalte. Se indica para coronas unitarias anteriores y posteriores y prótesis parciales fijas de tres elementos anteriores.⁸

Este método ha sido utilizado por el sistema In-Ceram Vita. Su limitada aplicación probablemente se debería a que el método requiere complicada serie de etapas, que presentan un gran desafío para el logro de precisión en el ajuste y pueden resultar defectos en la cara interna que debiliten el material por la incompleta infiltración de vidrio. Las cerámicas coladas basadas en alúmina contienen en volumen 68% de alúmina, 27% de vidrio y 5% de poros y presentan problemas de opacidad.

Las tipo spinell mejoran la translucidez obteniendo resultados similares a las cerámicas prensadas de disilicato de litio a expensas de sus propiedades mecánicas.⁹

3.3 Coladas a presión

Fabricadas por el método de cera perdida, se utiliza cerámica dental prensable, son lingotes de estructura cristalina distribuidas en un material de vidrio. Su estructura es similar a la condensable de polvo pero con menor porosidad por su sistema de fabricación, donde un tratamiento térmico transforma parte del vidrio en estructura

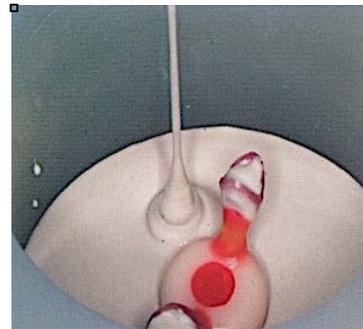


de cristales, este proceso es controlado y determina un material homogéneo. Se confecciona el patrón de cera, se reviste en cilindros especiales y se calcina la cera.

En el laboratorio este material se calienta a temperaturas que lo tornan altamente viscoso y lentamente son colados a la cámara de colado. Las cerámicas prensables se utilizan para núcleos y restauraciones monolíticas como inlays, onlays, carillas y coronas completas.^{2,8} Figura11



A



B



C

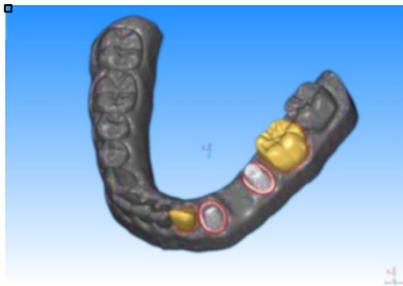
Figura 11 Método de producción colado a presión. A) Confección del patrón en cera. B) Revestimiento. C) Colocación de la pastilla para el prensado.¹⁵

3.4 CAD/CAM

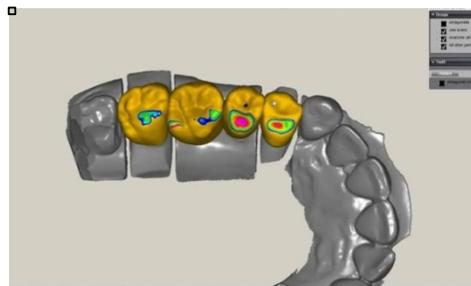
CAD/CAM significa por sus siglas en inglés Diseño Asistido por Computadora y Manufactura Asistida por Computadora, las cerámicas a utilizar para este sistema se encuentran en el mercado en forma de núcleos presinterizados o sinterizados.

La tecnología CAD/CAM representa un capítulo importante y su producción puede ser dividida en tres elementos básicos:

- El escaneo, operación que permite transformar un objeto físico en una serie de datos numéricos.
- El modelado CAD.
- La producción mediante CAM y fresador.² Figura 12



A



B



C

Figura 12 Elementos básicos para la producción CAD/CAM. A) Escaneo del modelo. B) Diseño. C) Fresado del bloque.^{28,29}



La cerámica es desgastada durante su manufactura con discos o fresas de diamante u otros instrumentos cortantes, hasta llegar a las dimensiones de la imagen diseñada virtualmente mediante registro por barrido digital (escáner).

Empleando discos o fresas de diamante se desgastan los bloques refrigerados por líquidos cuyos movimientos son dirigidos por coordenadas, a través de sistemas de información CAD.

Mediante este sistema es posible confeccionar coronas de recubrimiento total y parcial tipo onlay, inlay y carillas estéticas. Las ventajas del sistema CAD-CAM se relaciona con el uso de materiales cerámicos menos porosos respecto de los convencionales, impresiones virtuales más precisas, y tiempos terapéuticos más cortos, mientras que sus principales desventajas se relacionan con la necesidad de utilizar equipos costosos, sofisticados y requiere de una técnica de alta sensibilidad.³



CAPÍTULO 4 PROPIEDADES ÓPTICAS

4.1 Color

La absorción del color es el proceso por el cual un flujo de radiaciones, al atravesar pierde intensidad, aumentando la energía intensa del medio; es un fenómeno selectivo que depende de las características de las especies atómicas y moleculares.

El color es el resultado de las capacidades de un objeto para absorber una parte de la radiación óptica con una longitud de onda específica y reflejar o transmitir la restante, la cual es percibida por el ojo humano.¹⁴

Los receptores retínicos del ojo humano detectan la luz contenida en una longitud de onda específica denominada espectro visible: desde la luz violeta 400 a 490 nm, al rojo 630 a 700 nm.¹⁰ Figura 13

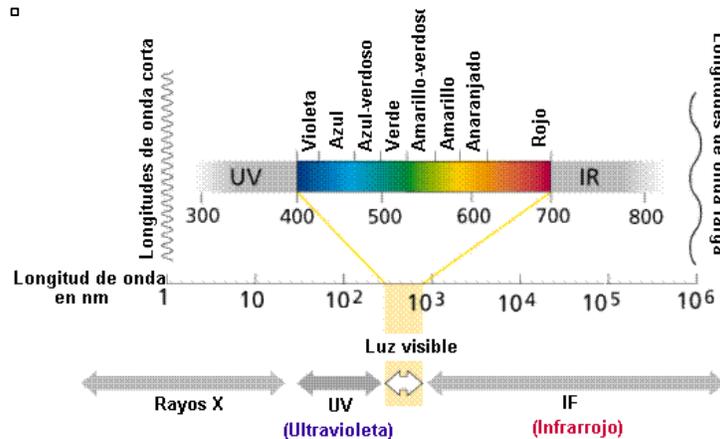


Figura 13 Espectro de luz visible.³⁰

El sistema Munsell es el que más se adecua para la clasificación del color dental. Munsell describió tres dimensiones del color denominadas matiz, valor y croma.

- Matiz o tinte: Es el color propiamente dicho; los dientes naturales están en una extensión entre el amarillo y amarillo-rojo.



- Croma: Es la intensidad del matiz, es la porción del matiz pigmentada. El croma surge con el aumento del valor.
- Valor o luminosidad: Es definido como claro/oscurο relativo de un color, o el brillo de un objeto. Este es considerado por algunos autores como el factor más importante para el resultado final de la tonalidad. Un método para evaluar el valor es tomar fotografías en blanco y negro de los dientes, de esta forma podemos identificar la diferencia del valor entre dos dientes del mismo matiz.¹⁰

La translucidez es también definida como la cuarta dimensión. El valor estético de una restauración dental cerámica es parcialmente influenciado por la translucidez y el color. La translucidez es diferente para cada material, porque la luz pasa a través de cada material con diferentes grados de transmisión y refracción, produciendo diferente apariencia clínica.^{10,11}

La técnica de estratificación de tipo anatómico (ordenado o estándar) reproduce en secuencia las capas del diente natural, partiendo desde un opacador ; pasando por una dentina (translúcida) y por último, con los esmaltes y las transparencias; presenta el riesgo de volverse poco natural, carente de tridimensionalidad, profundidad y vitalidad. Una técnica de estratificación de tipo desorden-ordenado (individualizada) prevé superposiciones y combinaciones casuales de masas coloreadas de opalescentes a transparentes, con distribución superficial, como en profundidad; puede ayudar a reconstruir el juego de translucidez, opalescencia y contrastes, dando vitalidad y profundidad a la reconstrucción protésica.¹⁷

4.2 Translucidez

Por definición, translucidez es la apariencia entre la opacidad total (blanco) y la transparencia total (vidrio).¹⁰



La transparencia es la propiedad física que permite a la luz pasar a través de un material, es decir, de transmitir todas las longitudes de onda de la luz.

La opacidad es la propiedad para no transmitir la luz; un objeto blanco refleja todas las longitudes de onda del espectro incidente; mientras que uno negro las absorbe todas.²

En los dientes, el arreglo y la composición de los prismas le confiere al esmalte características más translúcidas en comparación a la dentina, que es más opaca.¹³

Las cerámicas a su vez procuran reproducir las características de los dientes naturales.

Las infraestructuras de metal, alúmina, disilicato de litio y zirconia poseen características propias respecto a la transmisión de luz, el conocimiento sobre la translucidez u opacidad de la infraestructura es uno de los principales factores en el control de la estética y elección de los materiales.

Cuando hacemos la selección de un sistema restaurador, existen varios factores que debemos evaluar y considerar:

- La translucidez del material cerámico.
- La translucidez de los dientes adyacentes.
- El color del remanente dental.

Es importante recordar que la matriz vítrea es la responsable de la translucidez de la porcelana. Por lo tanto, en el primer grupo se encuentran aquellas cerámicas que tiene una mayor fase vítrea, es decir, las feldespáticas. También incluimos en este apartado a In-Ceram Spinell porque, a pesar de que se trata de una porcelana aluminosa, su núcleo es bastante translucido debido a que la espinela es un cristal con buenas propiedades ópticas.



Dentro de este grupo destaca IPS e.max Press, ya que esta cerámica dispone de dos grados de opacidad, uno para dientes vitales y otro para enmascarar sustratos oscuros. ^{4,2} Cuadro 3

GRADOS DE TRANSLUCIDEZ	TÉCNICA DE PROCESADO	
	MONOLITICA	ESTRATIFICADA
HT High Translucency	 ✓	
MT Medium Translucency	✓	
LT Low Translucency	✓	
MO Medium Opacity		✓
HO High Opacity		✓

Cuadro 3 Sistema IPS e.max Press presentación de pastillas según la técnica de procesado.²⁴

En el segundo grupo, situamos a las cerámicas de alúmina y zirconia ya que apenas tiene fase vítrea y por lo tanto, son menos translucidez.

De acuerdo con el grado de translucidez/opacidad del sistema, las infraestructuras pueden ser ordenadas básicamente de la más translúcida a la más opaca: Optec-HSP, IPS Empress, Empress 2, IPS e.max CAD, IPS e.max Press In-Ceram Spinell, Procera, In-Ceram Alúmina, In-Ceram zirconio.

Cuanto menor sea el contenido cristalino y el índice de refracción próximo al de la matriz, menor será la dispersión de la luz y consecuente mayor translucidez (Figura 14)³.

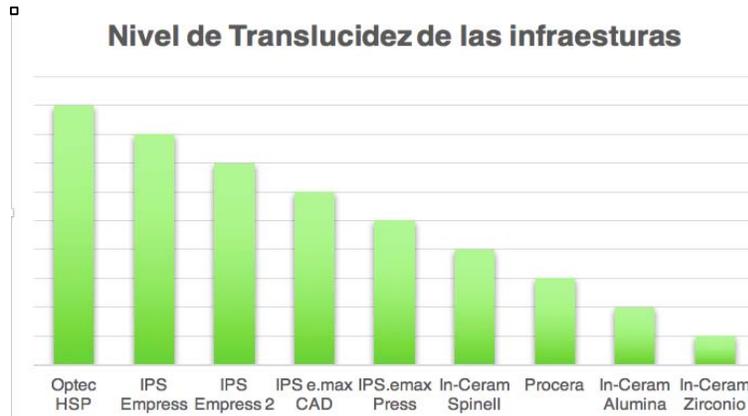


Figura 14 Representación de los sistemas del mas translúcido al mas opaco.

4.3 Fluorescencia

El fenómeno óptico de fluorescencia es definido por la física como un estado donde la materia interactúa con ondas electromagnéticas, principalmente en el rango visible y de los rayos ultravioletas, realizando transiciones electromagnéticas.³

Según el glosario de términos prostodónticos, fluorescencia es la capacidad que determinados cuerpos poseen de absorber energía radiante o emitirla con diferente longitud de onda.¹¹

En los dientes naturales, la fluorescencia se manifiesta con una tonalidad blanco azulada durante la exposición a una luz ultravioleta (longitud de onda inferior a los 400 nm) se relaciona con la presencia de la sustancia orgánica de la dentina y aditivos fluorescentes en las cerámicas.² Figura 14

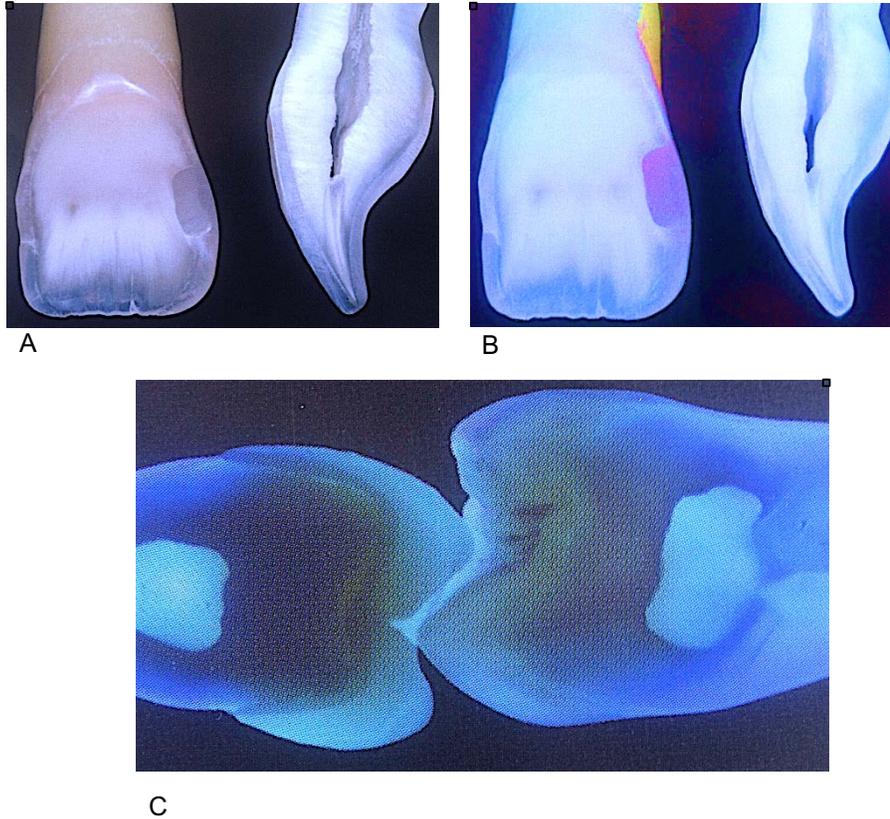


Figura 14 Imagen que representa la fluorescencia en dientes naturales y restauraciones. A) Corte longitudinal de dos centrales exponiendo la dentina y esmalte. B) Bajo la exposición de luz UV se nota como la estructura dental emite una luz blanco-azulada intensa. C) Fluorescencia en coronas de zirconio CAD/CAM revestidas con cerámicas feldespática.^{9,7}



En las cerámicas dentales se utilizan masas para hombros dotadas de mayor fluorescencia para iluminar la porción cervicogingival y masas con fluorescencia calibrada para dentinas y esmaltes. No todos los fabricantes de cerámicas o resinas tienen en su concepción la necesidad de fluorescencia. Por eso, algunas cerámicas y resinas no poseen fluorescencia, lo que podría resultar en una deficiencia estética final de las restauraciones.⁴

4.4 Opalescencia

Opalescencia significa reflejo opalino, relativo al ópalo, que es una piedra preciosa tornasolada.

El esmalte, al contrario de lo que muchos creen, es una estructura translúcida e incolora. Nuestros ojos, sin embargo, generalmente insiste en convencernos de lo contrario, pues siempre que observamos el esmalte, éste nos parece blanco azulado. A esta propiedad del esmalte se le llama opalescencia, por lo cual su estructura aparenta poseer diferentes coloraciones bajo el efecto de diferentes orientaciones de los rayos luminosos. El esmalte bajo el efecto de luz directa, aparenta ser blanco-azulado, pues los cristales de hidroxiapatita actúan como prismas que permiten el paso de la porción anaranjada de la luz, al mismo tiempo, reflejan la porción azulada del espectro luminoso.¹⁴

Esta característica es difícil de imitar con los materiales cerámicos. Las partículas opalescentes de pequeño tamaño que proporciona el fabricante debe mezclarse con los polvos base en los lugares elegidos y cocerse sin que se homogeneicen en la matriz cerámica. Para ello deben seguirse estrictamente la temperatura y número de cocciones. Las cerámicas de baja fusión son las más indicadas para conseguir este efecto.¹⁵ Figura 15



Figura 15 Halo opalescente en zona del tercio incisal y parte del tercio medio.¹⁴



CAPÍTULO 5 PROPIEDADES FÍSICAS

5.1 Microdureza

Hay varios tipos de pruebas para determinar la dureza, todas ellas basadas en la capacidad del material para resistir la penetración de una punta de diamante con una carga específica y en un tiempo predeterminado.³¹ Figura 16

Los valores de dureza de esmalte intacto están entre 290-400 kg/mm².

Los valores publicados de microdureza que presenta la dentina oscilan entre los 57-60 kg/mm² dependiendo la localización de la medida con respecto al esmalte y la pulpa.³²

Existen varios métodos para determinar la dureza, p. ej., Vickers, Knoop, Brinell, Rockwell. En el método de Vickers, por ejemplo, la superficie de un material se carga con una fina punta a modo de pirámide que actúa con fuerzas que varían entre 1 y 120kg durante 20 segundos; se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$HV=1,354 F/l^3$$

F=Carga en Kg

L= longitud diagonal de la indentación.² Cuadro 4

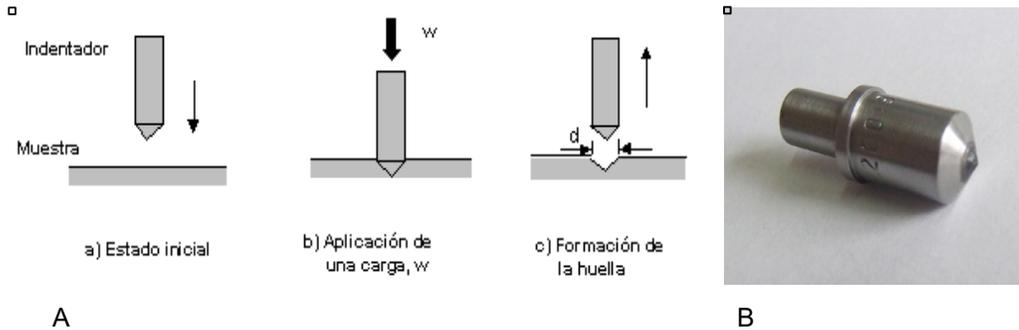


Figura 16 Método de Vickers. A) Secuencia de como el indentador aplica fuerza sobre la superficie dejando huella. B) Forma cuadrada del indentador.³³

Cerámica	Dureza de la superficie
Feldespática	500-700 Mpa
Disilicato de litio	5800 Mpa
Alúmina	19 Gpa
Zirconia estabilizado con itrio	12.5 Gpa

Cuadro 4 Microdureza de las cerámicas.²

5.2 Elasticidad

La elasticidad es cuantificada por el modulo elástico o modulo de Young, que es la relación entre el esfuerzo y deformación, en la medida que el modulo sea más alto, mayor es la rigidez y menor la ductilidad del material.

En la practica, la elasticidad se contrapone a la rigidez y la fragilidad a la plasticidad (ductilidad).²



La dentina mineralizada es relativamente rígida ya que tiene un módulo de elasticidad de 14-18 Gpa. La elasticidad propia de la dentina tiene gran importancia funcional, ya que permite compensar la rigidez del esmalte, amortiguando los impactos masticatorios. La elasticidad dentaria varía de acuerdo al porcentaje de sustancia orgánica y al agua que contiene (Cuadro 5).³¹

	VHN (Kg/mm²)	Módulo E (Gpa)
Esmalte	294-408	84-130
Dentina	57-60	14-18

Cuadro 5 Microdureza y elasticidad de esmalte y dentina.

La microscopia de fuerzas atómicas ha demostrado que la dentina peritubular es mucho más rígida que la dentina intertubular y su módulo es más uniforme, mientras que el módulo de la dentina intertubular varia en función de la distribución de la apatita en la matriz de colágeno.³²

Las cerámicas presentan módulos de elasticidad en algunos casos mayores a las aleaciones metálicas, por ejemplo, aleaciones nobles 80 a 130GPa y vitrocerámicas 50 GPa; aleaciones Co-Cr 180-230 GPa y oxido de aluminio 300 GPa (Cuadro 6).²



Cerámica	Módulo de elasticidad
Feldespática	60-80 Mpa
Disilicato de litio	95 Gpa
Alúmina	380 Gpa
Zirconia estabilizada con itrio	210 Gpa

Cuadro 5 Módulo de elasticidad de las cerámicas.

5.3 Conductibilidad eléctrica.

Los cuerpos se pueden clasificar como buenos conductores del calor o por lo contrario malos conductores o aislantes.

Los elementos metálicos son buenos conductores tanto del calor como de la electricidad. La porcelana y el vidrio, por lo contrario, se comportan como aislantes.

En los oxidocerámicos, la conducción puede producirse por transporte de iones o a través de zonas cristalinas vacías o defectos por ejemplo zirconia y la alúmina.



5.4 Erosionabilidad

El estudio de los procesos de desgaste es parte de la tribología, ciencia que estudia las interacciones entre superficies en movimiento relativo de fricción entre si y la aplicación de los principios de fricción, lubricación y desgaste.

Los mecanismos de desgaste dental son clasificados con las siguientes definiciones, se trata de procesos que a menudo se presentan:

- Erosión: proceso de disolución (corrosión) química causado por sustancias ácidas de origen no bacteriano, como alimentos, bebidas y jugos gástricos.
- Abrasión: proceso mecánico de desgaste en superficies dentales bajo fricción, causado por partículas duras impuestas (por ejemplo, alimento, pasta dental); se define también como abrasión de tres cuerpos.
- Atrición: proceso de fricción entre dientes con solo la saliva interpuesta; esto determina la ruptura por corte de las asperezas microscópicas de las dos superficies bajo acción de fricción; también es definida como abrasión de dos cuerpos. Figura 17

El desgaste es un fenómeno que resulta importante para fines estéticos, pero no resulta importante para los fines del desarrollo de desordenes temporomandibulares y periodontales debido a la adaptación del sistema estomatognático.



A



B



C

Figura 17 Mecanismos de desgaste dental. A) Erosión causada por sustancias acidas de origen no bacteriano. B) Abrasión causada por cepillado dental. C) Atrición.^{34,35,36}

Para estudiar la abrasión de las cerámicas de revestimiento se utilizan abrasivos naturales (amapola y mijo); semiesferas realizadas con distintos tipos de material protésico y muestras de material biológico (esmalte bovino y humano).

Los materiales son sometidos a simuladores de masticación en un ambiente húmedo, con diversos ciclos, con una carga de fuerza de (50 a 250 N) y condiciones térmicas variables (5 a 55°C).

Los análisis sobre muestra son efectuadas mediante observadores en el microscopio electrónico y estudios volumétricos para determinar la pérdida de masa.



La medición intraoral de la abrasión es considerada insatisfactoria por los siguientes motivos: la observación directa permite destacar solo abrasiones macroscópicas; las técnicas con impresiones ópticas (sobre dos modelos obtenidos después de cierto tiempo) están en capacidad de destacar el desgaste pero de no determinar las causas, siendo elevadas las variaciones promedio fisiológicas (en un orden del 50%) en base al sexo, fuerza masticatoria y tipo de alimentación.²

La cantidad de abrasión depende de los siguientes factores:

- La rugosidad, ya que las superficies lisas son menos propensas a la abrasión con respecto a las rugosas.
- La presencia de agua, ya que la saliva funciona como material de desplazamiento y reduce la fricción.
- El coeficiente de fricción (coeficiente de atrición por desplazamiento), amplitud adimensional que depende de las fuerzas de interacción entre los átomos de las parejas de material en contacto (adhesión, cohesión) y por el modelo en el que han sido trabajados.

Se considera que para las resinas compuestas prevalece el mecanismo de abrasión y en cerámicas el de corrosión química junto con la abrasión.

Por ejemplo, se ha demostrado que el uso de colutorios ácidos con base de fluoruros o de gel blanqueadores basados en óxido de carbamida causa abrasión de las cerámicas.²

La pérdida vertical promedio para la abrasión *in vivo* esta contenida en los siguientes valores:



- Dentadura natural en antagonismo de 15 a 20 μ anuales, la cual es medida a nivel de premolares.
- Corona de cerámica en antagonismo con la dentadura natural de 40 a 50 μ después de un año.
- Dentadura natural en antagonismo con cerámica de 70 a 129 μ después de un año.

Debido a que la rugosidad es un factor importante en comparación con la cantidad de abrasión, debe tomarse en cuenta que las superficies fresadas (acabado manual, CAD/CAM, retoques intraorales) son rugosas y deben ser pulidas mecánicamente para evitar una conducta abrasiva sobre el esmalte antagonista; mientras que el solo glaseado no es considerado suficiente ya que presenta en promedio un espesor de 50 μ que se abrasiona velozmente, volviendo a presentar la superficie rugosa y abrasiva en tiempo breve.²



CONCLUSIONES

Podemos concluir que las cerámicas han tenido una evolución considerable a lo largo de la historia ya que inicialmente fueron utilizadas para realizar objetos de uso cotidiano, a consecuencia de esto numerosos investigadores se percataron de las cualidades que estas confieren proponiendo así la incorporación de las cerámicas para sus uso odontológico, con el paso del tiempo notaron que la porosidad, la contracción y la fragilidad eran sus principales desventajas por lo cual fueron adicionados nuevos materiales de relleno y diferentes métodos de procesado como CAD-CAM, termoprensado y estratificado confiriéndole mejores propiedades ópticas y físicas.

No existe una clasificación estandarizada para cada una de las cerámicas pero comparten características similares considerando así que la mayoría de ellas están compuestas por una estructura mixta, una fase vítrea responsable de la estética y una fase cristalina responsable de la resistencia.

La microestructura de las cerámicas juega un papel importante en la elección del material ya que devolver la función y la estética son los principales factores al momento de rehabilitación protésica, es por eso que se aprovechan las propiedades ópticas tales como color, translucidez, opalescencia y fluorescencia de cerámicas con alto índice de fase vítrea o vitrocerámicas para elaborar restauraciones estratificadas y monolíticas con alta demanda estética.

Por tal motivo podemos definir que las cerámicas estratificadas son restauraciones compuestas por una capa de revestimiento estético y un núcleo o estructura.

Para el revestimiento se utilizan cerámicas con elevadas propiedades ópticas, considerando así que la estética es inversamente proporcional a las propiedades físicas; los materiales con mayor resistencia son opacos, mientras que los estéticos translucidos pero frágiles.



Las cerámicas monolíticas presentan una sola estructura sólida con mejoras en sus propiedades físicas pero bajas propiedades ópticas ya que el caracterizado de estas restauraciones son mediante stains o pigmentos al momento del glaseado, convirtiéndose con el tiempo en restauraciones monocromáticas .

El futuro de estas restauraciones es muy prometedor ya que cada día se han ido incorporando materiales con mejores cualidades ópticas y físicas teniendo en cuenta que el objetivo primordial es devolver la función y la estética, sin causar alteraciones morfológicas de origen iatrogénico en estructuras adyacentes.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shillingburg HT. Fundamentos de Prostodoncia Fija. Primera edición. Chicago: Quintessence Books; 1978.
2. Fabrizio M. Cerámicas Zirconio y CAD/CAM Venezuela: AMOLCA; 2013.
3. Martínez F. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE. 2007 Octubre; 12(4).
4. Álvarez M. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. RCOE. 2003 Octubre; 8(5).
5. Gúzman JH. Biomateriales odontológicos de uso clínico. cuarta edición ed. Bogotá; 2006.
6. Skinner OW. La ciencia de los materiales dentales. Novena ed. Benos Aires: Mundi; 1992.
7. Nevaez A. Características de los materiales cerámicos empleados en la práctica odontológica actual. Revista ADM. 2012 Agosto; LXIX(4).
8. Bottino M. Metal Free. primera ed. São Paulo: Artes Medicas Ltda; 2001.
9. Balarezco A. Sistema In-Ceram y sistema Procera. Revisión Estomatológica de Herediana. 2006 Marzo; 16(2).
10. Facultad de odontología glosario de terminos. [Online].; 2008 [citado 2016 Marzo 08]. Disponible en: <http://www.odonto.unam.mx/pdfs/glosariofinalsp.pdf>.
11. J MG. Tecnología de los materiales cerámicos. 2nd ed. Santos Dd, editor. Madrid; 2005.
12. Anusavice KJ. Ciencia de los materiales dentales. 11th ed. Madrid: ELSEVIER; 2004.
13. Macci RL. Materiales Dentales. 4th ed. Buenos Aires : panamericana; 2007.
14. Mezzomo E. Rehabilitación oral Contemporánea. Primera ed. São Paulo: AMOLCA; 2010.
15. Baratieri L. Soluciones Clínicas. Primera ed. Costa Rica: Santos; 2009.
16. Oliveira A. El universo estético de las restauraciones en cerámica. Primera edición ed. São Paulo: AMOLCA; 2014.
17. Montagna F. De la cera a la cerámica. Primera edición ed. Colombia: AMOLCA; 2008.
18. Dell'acqua A. Estética en odontología restauradora. Primera edición ed. López R, editor. Madrid: Ripano; 2006.



19. Terry D. Esthetic and restorative dentistry. Segunda edición ed. Milan : quintessence Publishing co; 2009.
20. Saavedra R. Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las ceramias para restauraciones dentales. Acta odontológica venezolana. 2014 Noviembre.
21. Bertoldi A. Porcelanas Dentales. RAAO. 2012 Diciembre; L(2).
22. Bertoldi A. Porcelanas dentales segunda parte clasificacion según el método de elaboración de la restauracion. RAAO. 2012 Diciembre; L(2).
23. Informe científico IPS e.max. In ivoclar vivadent; 2011. p. 60.
24. Ivoclar Vivadent. IPS e.max sistem. [Online].; 2016 [citado 2016 03 01]. Disponible en:
<http://www.ivoclarvivadent.us/emaxchangepseverything/system/>.
25. Figueroa R. Rehabilitacion de dientes anteriores con sistema ceramico de disilicato de litio. International journal of odontostomatology. 2014 Diciembre; 8(3).
26. Morales Güeto J. Tecnología de los materiales ceramicos. Madrid: Díaz de Santos; 2005.
27. Wirley A. Factores que influncian la seleccion del color en protesis fija. Acta odontologica venezolana. 2008 Julio; 47(4).
28. Macieira I. Zirkozahn 5 Tec CAD-CAM software HD. [Online].; 2009 [citado 2016 Marzo 6]. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=YiwzwgeJuco>.
29. Ivoclar vivadent. [Online].; 2016 [citado 2016 Marzo 6]. Disponible en:
www.ivoclarvivadent.es/es-es/ips-emax-las-ftsradoras-certificadas-cad-cam-aseguran-restauraciones-de-alta-calidad.
30. Saenz C. Hipertextos del área de la biología. [Online].; 2007 [citado 2016 03 07]. Disponible en: www.biologia.edu.ar/plantas/fotosint1.htm.
31. Chavez B. Evaluacion de la dureza del esmalte en dientes deciduos. Kiru. 2011 Febrero; 8(1).
32. Fuentes M. Propiedades mecánicas de la dentina humana. Av Odontoestomatol. 2004 Abril; 20(2).
33. Sánchez O. Nanoindentacion. [Online].; 2014 [citado 2016 Marzo 20]. Disponible en: www.icmm.csic.es/fis/espa/nanoindentacion.html.
34. Transtornos alimentarios y bucodental . [Online].; 2015 [citado 2016 Marzo 22]. Disponible en: <http://www.clinicaesteve.es/blog/trastornos-alimentarios-salud-oral/>.



35. Cervical Abrasion .[Online].;2014 [citado 2016 Marzo 22. Disponible en: <http://www.hyderabadsmiles.com/cervicalabradion.html>.
- 36.Denta gama.[Online].;2015 [citado 2016 Marzo 22. Disponible en: <http://dentagama.com/news/what-is-the-difference-between-dental-attribution-abfraction-erosion-and-abrasion>.