

Selección apropiada de los Biomateriales Dentales Restauradores

CARLOS A. ECHEVERRI C.

Resumen: La atención odontológica restauradora cotidiana ha estado tradicionalmente relacionada con la restitución de la estructura dental perdida por enfermedad o trauma. Como consecuencia, se han desarrollado de manera espectacular la tecnología y las técnicas para el reemplazo de los tejidos duros dentales. Parte importantísima de este proceso es la investigación e implementación continua de nuevos materiales restauradores, así como la modificación y mejoramiento de los ya existentes, en busca del material restaurador ideal. Los biomateriales restauradores son sometidos a exigencias de variada índole. Se propone agruparlas en tres categorías interrelacionadas: (1) Biológicas, correspondientes a la aceptación del material por el organismo, en razón de la composición del material, o de sus características; (2) Físico-químicas, que hacen referencia a la capacidad del material para resistir sin deterioro significativo las condiciones bucales, y (3) Sociales, relacionadas con la pertinencia, disponibilidad, estética, facilidad de uso, costo y margen de utilidad, entre otras. Solo a través de la contrastación entre las necesidades reales de los pacientes y las características de los materiales disponibles puede establecerse racionalmente la indicación de un material para cada situación específica, considerando siempre que no existe el material ideal, y que el mejor disponible es el tejido dentario.

La selección adecuada de los biomateriales a utilizar en una situación específica es una actividad clínica cotidiana del odontólogo que realiza procedimientos restaurativos. Escoger los materiales más apropiados se hace más difícil cuando aumentan las opciones; basta abrir un catálogo actual de biomateriales odontológicos, o asistir a una exhibición comercial dentro de un evento académico, para darse cuenta de que a una necesidad clínica específica le responden diversidad de productos disponibles. La variedad es en parte resultado del desarrollo de nuevos productos, pero fundamentalmente, una consecuencia de la competencia entre fabricantes, que aumenta de manera dramática el número de posibles selecciones. Lejos de ser inconveniente en sí misma, la multiplicidad de opciones es bienvenida, mientras que las diferentes posibilidades respondan apropiadamente a la necesidad, y que la persona que selecciona disponga de elementos de juicio útiles y apropiados.

Este artículo pretende revisar algunos de los criterios fundamentales para la selección racional de Biomateriales dentales restauradores de uso clínico frecuente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOMATERIALES RESTAURADORES:

El biomaterial ideal debería tener las características del tejido natural que pretende reemplazar. Así, por ejemplo, al pensar en un material para cumplir las funciones del esmalte deberían considerarse las funciones de este tejido, y las características que le permiten cumplir cabalmente con esas funciones. Probablemente vienen a la mente resistencia, dureza, elasticidad, impermeabilidad, translucidez, y biocompatibilidad, entre otras. Llenar los requisitos de una lista como esta, aunque sea parcial, resulta difícil. Las exigencias son altas y disímiles. En palabras de Pedro Machado, "Sería un gran adelanto el desarrollo de un material con las mismas características de manipulación y el sellado marginal de la amalgama, la resistencia a la corrosión de las aleaciones de oro, la adhesividad y liberación de fluoruro de los ionómeros de vidrio, y la estética de las resinas compuestas. De hecho, queremos materiales, no para sustituir la amalgama

o el oro, sino al esmalte y la dentina"... "ojalá que cuando se desarrollen el producto y la técnica ideales, ya no sean necesarios." (Machado, 1991). En ese orden de ideas, debe aceptarse que no existe un biomaterial restaurativo ideal, y que la norma de comparación son los tejidos dentarios duros. De hecho, la situación ideal es aquella en la que no tiene que utilizarse material restaurativo alguno.

Sin embargo, son frecuentes en la consulta odontológica las situaciones que requieren un material sustitutivo. La caries dental y sus consecuencias directas, junto con el reemplazo (justificado o no) de obturaciones presentes seguirá siendo causa frecuentísima de consulta: De acuerdo con el Estudio Nacional de Salud realizado en Colombia en 1977-80 (Moncada, Herazo, 1984), el 96,7% de la población colombiana presenta historia de caries dental. La caries en el grupo de 5-14 años, lejos de disminuir, ha aumentado, si se compara con el mismo grupo en el periodo 65-66. Otras patologías dentales (o signos de ellas) de alta prevalencia cuyo tratamiento puede requerir del uso de biomateriales incluyen a la atrición, que afecta al 68,6% de los colombianos mayores de 15 años, y las fracturas dentales, con una prevalencia de 7,4%. El mismo estudio reveló que el 27,2% de la población colombiana requiere prótesis parcial superior, el 55% es edéntulo parcial inferior, y que el 8-9% es edéntulo en el arco superior o el inferior. Así las cosas, el uso de biomateriales restauradores seguirá siendo necesario durante muchos años. A esta grave necesidad restauradora se suman tendencias como la actual exigencia cultural de "dientes bellos", que impulsa a modalidades de odontología cosmética en la que deben llenarse requisitos de función y apariencia para satisfacer al paciente, o el mecanicismo oclusal que exige la adopción de esquemas interoclusales que frecuentemente requieren el uso de biomateriales restauradores.

Todos los biomateriales restauradores tienen ventajas e inconvenientes que deben ser balanceados por el operador para decidir su uso en cada situación específica. En caso de hacerse indispensable la utilización de un material restaurativo, se propone evaluar las características del biomaterial de acuerdo con tres categorías: (1) la biológica, (2) la fisico-química, y (3) la social.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS:

Este grupo incluye aquellas relacionadas con la tolerancia por parte del huésped ante la presencia continua de materiales ajenos a su constitución.

La composición química de un biomaterial es determinante de la respuesta celular ante su presencia. Se mide generalmente mediante pruebas de laboratorio en las que se expone una cantidad conocida de células en cultivo a la presencia del material. Después de cierto tiempo, se cuentan las células viables, y se establece un índice de citotoxicidad. Variaciones importantes de la técnica básica interponen barreras semipermeables entre el material a probar y el cultivo tisular, simulando la situación real. Modificaciones como esta han permitido aclarar la citotoxicidad pulpar de materiales restauradores de uso frecuente, en circunstancias más parecidas a las reales, cuando entre el tejido conectivo pulpar y el material restaurador hay un cierto espesor de dentina interpuesto (Browne R, 1988).

La respuesta celular se explica generalmente en términos de los componentes del material evaluado, y/o por factores relacionados con las reacciones de endurecimiento de los materiales: pH, exotermia de reacción, y absorción de agua, son ejemplos de factores tradicionalmente evaluados en los biomateriales (Council of Dental Materials, 1988).

Debe destacarse, sin embargo, que si bien los estudios de citotoxicidad permiten, comparan directamente el efecto de la presencia de materiales sobre cultivos de células, no reflejan necesariamente el comportamiento clínico de esos materiales (Browne R, 1988). De hecho, en la clínica se utilizan ampliamente materiales citotóxicos, así como existen materiales poco citotóxicos que generan respuestas clínicas indeseables.

A las evaluaciones de citotoxicidad suelen seguirle pruebas subcutáneas y/o peritoneales en mamíferos, para evaluar la respuesta inflamatoria, imposible de verificar con cultivos celulares, así como la toxicidad sistémica. Posteriormente, se adelantan evaluaciones de utilización en situaciones similares al uso propuesto. En el caso de los materiales restauradores, con frecuencia se colocan en

preparaciones dentarias realizadas en monos o perros para evaluar la respuesta pulpar, y a veces la periodontal. Los resultados de esta batería de pruebas apoyan o desautorizan, finalmente, la evaluación clínica en humanos.

Se necesitan diferentes tipos de pruebas porque la composición de los materiales no es la única característica que determina su biocompatibilidad. En el caso de la respuesta pulpar, por ejemplo, el sellado marginal que pueda ofrecer un material determinado es fundamental para que sea tolerado por el complejo dentino-pulpar (Cox y col, 1987). Así se explica, al menos parcialmente, que materiales citotóxicos que sellan bien, como el eugenolato de zinc, resulten clínicamente bien tolerados por el complejo dentino-pulpar, al punto que paradójicamente se les atribuyan cualidades terapéuticas, mientras que otros, con bajos índices de citotoxicidad, generen frecuentemente pulpitis en los pacientes. Los factores determinantes de la respuesta dentino-pulpar son variados, y su efecto es sumativo (Para una revisión, ver Echeverri y col, 1989, 1989a).

La respuesta de los tejidos periodontales ante la presencia de biomateriales se relaciona, además de la composición, con la retención de placa bacteriana por parte del material evaluado. La retención de placa, a su vez, está determinada por la textura de la superficie a colonizar, su polaridad, y su habilidad bactericida, y por el diseño del elemento constituido por el biomaterial.

Las limitaciones de las evaluaciones mencionadas hacen necesarias evaluaciones clínicas longitudinales de biocompatibilidad en circunstancias clínicas. Las evaluaciones de laboratorio son un paso previo necesario, pero no reemplazan a las pruebas clínicas longitudinales. Esta afirmación es igualmente válida para las características discutidas más adelante. Infortunadamente, las evaluaciones longitudinales a largo plazo son técnicamente problemáticas y costosas, y no es infrecuente que aparezcan nuevos productos en el mercado odontológico que han pasado por exhaustivas pruebas de laboratorio, pero que no han completado evaluaciones clínicas de una duración aceptable. Es necesario que el clínico entienda que la prueba de nuevos materiales, o la determinación de su utilidad

para situaciones diferentes de aquellas para las que fue desarrollado y en las que ha sido probado, implica un riesgo para los pacientes que en la mayoría de los casos no merece ser corrido. Un material nuevo no es necesariamente mejor que otro al que pretende reemplazar, sólo por el hecho de ser nuevo, o costoso. Debe probar que es mejor para la situación específica.

CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICAS:

Son el grupo de características que ha recibido tradicionalmente la mayor atención. Las propiedades físicas son medidas en laboratorios bajo condiciones controladas, para cuantificar de manera objetiva esas propiedades, y proponer la conveniencia de uso para un propósito específico.

Las propiedades físicas y químicas identificables en un material son numerosísimas. Su importancia depende de las circunstancias de uso. A continuación se comentan sólo las propiedades de interés para los biomateriales odontológicos restauradores listadas en la tabla 1, con base en la discusión planteada para los materiales en general por Van Vlack (1964).

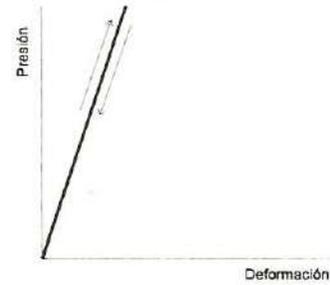
TABLA 1

Deformación elástica	Coefficiente de expansión térmica
Deformación plástica	Contracción de polimerización
Límite elástico	Conductividad térmica
Módulo elástico	Conductividad eléctrica
Resistencia compresiva	Corrosión
Resistencia tensional	

Algunas propiedades físico-químicas seleccionadas por su interés para los biomateriales restauradores.

Muchas de las propiedades se relacionan con la manera como los biomateriales resisten y disipan fuerzas que les son aplicadas. Estos fenómenos son frecuentemente registrados en el laboratorio mediante la relación entre la fuerza aplicada por unidad de área (*Presión*), y la *Deformación* correspondiente. Una representación gráfica típica es la Curva *Presión-Deformación* de la que la figura 1. Muestra un ejemplo hipotético en el que al aumentar la presión aplicada al objeto, su *Deformación* aumenta proporcionalmente. La *Deformación Elástica* es la cualidad que corresponde a la relación proporcional representada en la figura 1. Implica que cuando la presión aplicada a ese objeto sea retirada, el objeto retornará a su forma original.

FIGURA 1

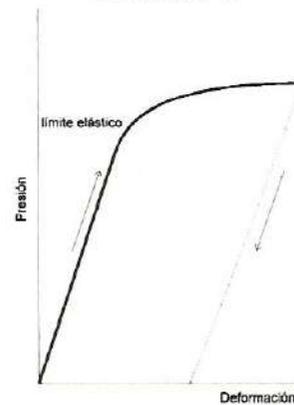


Representación gráfica de la relación entre Presión y Deformación de un material hipotético. Al aplicar la fuerza al objeto, su Deformación aumenta (flecha ascendente). Al disminuir la Presión, la Deformación disminuye proporcionalmente (flecha descendente).

Al aumentar la presión por encima de cierto valor, la deformación inducida es irreversible. Se le denomina *Deformación plástica*, y corresponde al segmento de la gráfica (ver figura 2) en el que se pierde la proporcionalidad entre presión y deformación.

Al valor límite por encima del cual la deformación es irreversible se le denomina *Límite elástico*.

FIGURA 2



Cuando se supera el límite elástico, la deformación es irreversible, y al cesar la presión, sólo se recupera parcialmente la forma original.

El *Módulo elástico* (*Módulo de Young*) representa la relación entre la presión aplicada y la deformación elástica resultante. Depende fundamentalmente de la composición del material. Es una medida de la rigidez del objeto.

La *Resistencia compresiva* hace referencia a la presión necesaria para producir la ruptura del material. Hay algún grado de interdependencia con el módulo elástico. Es común mencionar que la resis-

tencia compresiva es una característica física fundamental de un biomaterial de obturación, o de un protector pulpar, y que los valores más altos de resistencia compresiva corresponden a una mayor resistencia de esos materiales en boca. Farrah (1981, 1983), sin embargo, demostró que en el caso de obturaciones y los materiales que se utilizan en su realización, el Módulo elástico es mucho más importante que la resistencia compresiva. Infortunadamente, el reporte de esta última propiedad no es frecuente.

Los sistemas de fuerza que actúan en la boca son complejos. No sólo incluyen fuerzas compresivas, sino tensionales. La *Resistencia tensional* de un material es el resultado de dividir la carga que somete a tensión al objeto por su área de sección original. Bajo circunstancias clínicas, la combinación de fuerzas que comprimen y tensionan, junto con otras inherentes al material, se combinan para conformar un verdadero reto de resistencia.

El *Coefficiente de expansión térmica* es la medida de cambio lineal de tamaño de un objeto cuando su temperatura se modifica un grado centígrado. Pretende evaluar la ley física según la cual al modificar la temperatura, los objetos sufren cambios volumétricos proporcionales al cambio. Es importante que los coeficientes de expansión térmica de diferentes materiales usados en una obturación sean similares. Si no es así, los cambios dimensionales producidos por variaciones de la temperatura bucal serían capaces de desprender la obturación, aumentando la filtración marginal, y alterando la biocompatibilidad pulpar del material (Bullard y col, 1988).

La *Conductividad térmica* es la medida de capacidad de aislamiento térmico inherente a un material en razón de su espesor. La *Conductividad eléctrica* representa la facilidad o dificultad para el paso de la energía eléctrica. Muchos biomateriales restauradores son metálicos, y por tanto, su conductividad térmica y eléctrica es alta. Estas características pueden generar sintomatología en los pacientes, y aún podrían resultar patogénicas. Para controlarlas, se utilizan materiales de protección pulpar que interpuestos entre el metal y el complejo dentino-pulpar, ofrezcan aislamiento térmico y/o eléctrico. Estos protectores deben poseer baja conductividad térmica y eléctrica. Como la efectividad del aislamiento térmico depende del espesor del aislante, es importante que los materiales de protección pulpar tengan un espesor mínimo de 0,5-0,75mm (Peters, Ausberg, 1981). Colocarlos en

espesores mayores no mejora de manera significativa el aislamiento en condiciones clínicas, y desmejora la resistencia mecánica de la obturación (Farrah y col, 1981, 1983). Como consecuencia, la colocación de bases o recubrimientos gruesos resulta en muchos casos innecesaria, y potencialmente contraproducente (Robbins J, 1986; Echeverri y col, 1989). Merecen consideración especial las situaciones en que se requiera eliminar retenciones para técnicas indirectas de obturación, por exigencia de la vía de inserción, y las obturaciones extensas en resina compuesta, en las que se busca disminuir el volumen de resina a polimerizar, para minimizar la contracción de polimerización que les es inherente. El aislamiento eléctrico se favorece con materiales de baja conductividad eléctrica. Sin embargo, la corriente galvánica generada entre obturaciones de metales disímiles trata de pasar alrededor de los aislantes interpuestos. Resulta necesario por tanto que además de ser malos conductores eléctricos, sellen apropiadamente.

Muchos de los materiales de uso restaurativo son aplicados en consistencias plásticas o untuosas, y alcanzan el estado sólido a través de reacciones químicas. El cambio de estado suele acompañarse de variaciones volumétricas que pueden ser de importancia clínica. En el caso de las resinas compuestas, por ejemplo, la contracción que acompaña a la polimerización de volúmenes típicos para obturar preparaciones puede romper la adhesión entre el material y la dentina. Como consecuencia, las obturaciones pierden sellado, y/o se desprenden.

Existen muchas otras propiedades fisicoquímicas de importancia en la selección de biomateriales: La *Corrosión* es el deterioro y pérdida de material debido a ataque químico. Frecuentemente se relaciona con disolución y/o con oxidación.

La *Corrosión por solución* puede comprenderse fácilmente al recordar lo que ocurre cuando se coloca azúcar o sal en una taza con agua. En ambos casos se produce una solución (de moléculas de azúcar, o de iones Na^+ y Cl^- en el caso de la sal). Los materiales de uso odontológico no son usualmente tan solubles como el agua o el azúcar, pero, como cualquier material, son solubilizables. Las variables fundamentales que determinan la solubilidad incluyen el peso molecular del soluto, la compatibilidad entre soluto y solvente, la presencia de más de un soluto, y la temperatura.

Los materiales sólidos suelen sufrir *Corrosión por oxidación*. Es típica, pero no exclusiva, de los metales. Estrictamente hablando, la oxidación es

remoción de electrones de un átomo. La facilidad o dificultad con que un elemento cede sus electrones se mide por contrastación con otro, el Hidrógeno. Así, se establece la serie electromotriz, que es una lista ordenada de los elementos, de acuerdo con la facilidad con que se oxidan. Algunos, como el hierro, resultan fácilmente oxidables. Otros, como los metales nobles (oro, platino, paladio) son difíciles de oxidar. Por supuesto, la corrosión por oxidación es modulada por el ambiente en que se coloca al material: Es bien sabido que la presencia de agua y oxígeno facilita la oxidación del hierro. La boca constituye un medio especialmente corrosivo, por combinar humedad, calor, diferentes solutos, pH ácido (en circunstancias de acumulación de placa bacteriana, o por alteraciones gástricas), y galvanismo.

Las propiedades físicas deseables de un material deben ser adecuadas para el uso específico. Esto quiere decir que un producto con características superiores no es necesariamente mejor en todas las situaciones. Como se dijo antes, no existe material ideal, y con frecuencia esas propiedades superiores implican desventajas en otros aspectos. Un ejemplo: Las propiedades físicas de las resinas compuestas de macropartícula son superiores a las de las demás variedades. Sin embargo, resultan difíciles de pulir, y pierden la textura rápida y permanentemente. Estos inconvenientes son graves para situaciones en que la estética es primordial. No obstante, una resina de macropartícula podría, por ejemplo, y al menos desde el punto de vista estrictamente físico, ser un material para refuerzo de muñones digno de consideración.

CARACTERÍSTICAS SOCIALES:

No debe desligarse el desarrollo de los biomateriales de sus implicaciones económicas y sociales. Este desarrollo ha permitido, y permitirá, modificaciones fundamentales potencialmente beneficiosas para los pacientes y/o los operadores. Sin embargo, frecuentemente implican el encarecimiento del tratamiento en un medio en el que los recursos económicos para el tratamiento odontológico no abundan. En esta espiral de desarrollo de materiales útiles pero costosos no entran las necesidades reales de la población a la que deberían dirigirse.

Los materiales deberían ser poco exigentes en cuanto a recursos necesarios para su uso, y las técnicas deberían ser simples. De esta manera se

reduce la posibilidad de cometer errores en la manipulación, con consecuencias desafortunadas para los pacientes. El costo del tratamiento restaurador depende parcialmente del costo de los materiales utilizados, pero es determinado también, y quizá con mayor impacto, por la eficiencia y la eficacia en las técnicas. También en este sentido, es importante que los biomateriales sean fáciles de usar, y poco sensibles a errores o variaciones de la técnica.

Otra característica deseable es la estabilidad. La posibilidad de que los biomateriales sean almacenados durante periodos largos sin que se deterioren significativamente facilita la administración de este recurso.

Un aspecto interesante y poco estudiado es el de los criterios de decisión para el reemplazo de obturaciones. Frecuentemente se decide de manera arbitraria el reemplazo de obturaciones (Elderton, Nuttall, 1983), y en la mayoría de los casos no se conoce la causa del "fracaso" de la obturación a reemplazar (Merrett, Elderton, 1984). Todo esto aumenta el número de obturaciones realizadas.

En situaciones de baja incidencia de caries, el perfil de la práctica clínica restauradora se dirige hacia otros aspectos. Las necesidades restauradoras de la población de los países desarrollados han cambiado, como resultado del éxito de los programas de control de la caries dental. Sin embargo, se estima que la práctica de odontología operatoria no sólo no disminuirá, sino que aumentará en esos países, al aumentar la población adulta dentada (Dugoni, 1991). En Estados Unidos, por ejemplo, las horas necesarias para el tratamiento operatorio a los adultos que actualmente tienen entre 35 y 44 años aumentarán de manera sostenida durante los próximos diez a cuarenta años, aunque paradójicamente, la incidencia de caries continúe disminuyendo (Reinhardt, Douglass, 1989). Al hecho de que la expectativa de vida en esos países sea mayor, y de que los pacientes ancianos sean dentados, se suma otro no menos significativo: Ante la disminución de la demanda de atención por caries activa, y con el propósito de mantener y mejorar los ingresos por consulta, el clínico restaurador busca otras actividades a realizar, con el apoyo del desarrollo tecnológico del área de materiales dentales, estimulado por los fabricantes. La llamada odontología cosmética representa bien esta adaptación: la apariencia de los biomateriales en la boca puede ser determinante en la selección porque los pacientes desean que la apariencia de las res-

tauraciones corresponda a los patrones culturales de su grupo. Si bien es cierto que dentro de algunos grupos puede resultar descabido que los biomateriales sean visibles, como en el caso de los niños que desean que se les coloque aparatología ortodóntica visible que los identifique con sus amigos, o para evidenciar capacidad económica para abordar el tratamiento, es más frecuente que el paciente desee la invisibilidad del material restaurador.

Los metales han enfrentado por años a los requisitos biológicos y físico-químicos de la odontología restauradora. No pueden, sin embargo, responder a exigencias de invisibilidad. Surgieron como alternativas, cronológicamente, los cementos de silicato, la porcelana, las resinas acrílicas, y las resinas compuestas y ionómeros de vidrio. Ninguno de estos materiales es capaz todavía de reemplazar a los metales en todas las situaciones clínicas. Sin embargo, la presión social mantiene el progreso constante de biomateriales como estos, y mantiene saludable la economía del sector: El sector odontológico estadounidense movió \$32 billones de

dólares (US\$32'000.000.000) durante 1984, y ese valor aumentó continuamente hasta 1989 a un ritmo anual de 1,6 billones adicionales (Dugoni A, 1991). Las compañías fabricantes tienen intereses de mercadeo que no deben subestimarse, pues influyen las decisiones del odontólogo, y las exigencias de los pacientes. Estos intereses se extienden a otros países, y en Colombia se suman a las necesidades de tratamiento rehabilitador que genera la situación de salud. Pacientes y Odontólogos son blancos de mercado. Es importante que lo reconozcan, y que aprendan a sacar el mejor partido de la situación.

CONCLUSION:

La selección de los biomateriales adecuados para cada situación clínica sólo puede ser enfrentada éticamente a través del conocimiento de las opciones y variables involucradas en cada situación, para que la decisión tomada responda realmente al fin último del tratamiento: el restablecimiento y conservación de la salud del paciente.

BIBLIOGRAFIA

- BROWNE R M, The *in vitro* assessment of the toxicity of dental materials - does it have a role? *Int End J*, 1988; 21:50-8.
- BULLARD R, y col, Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J. Am. Dent. Assoc*, 1988; 116: 871-4.
- COUNCIL OF DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT, Biocompatibility and postoperative sensitivity. *J. Am. Dent. Assoc*, 1988; 116:767-8.
- COX C, y col, Compatibility of restorative materials against exposed dental pulps. *J. Prosth. Dent.* 1986; 57: 1-8.
- DUGONI A, Dentistry in the 21th Century: The future will be different- but better, *en* Dentistry in the 21st Century: a global perspective: proceedings of the International Symposium on Dentistry, Berlin, Federal Republic of Germany, September 10, 1989. SIMONSEN R J, Editor, Quintessence Publishing Co, Chicago, 1991:43-57.
- ECHEVERRI C, y col, Protección del órgano dentino-pulpar. *Acta Clin. Odontol.* 1989; 12:31-8.
- ECHEVERRI C, y col, Protección del órgano dentino-pulpar. Biblioteca Facultad de Odontología U. de Antioquia, MO-157, 1989a:17p.
- ELDERTON R, NUTTALL N, Variations among dentists in planning treatment. *Brit. Dent J*, 1983; 154:201-6.
- FARRAH J, y col, Cement bases under amalgam restorations: effect of thickness. *Op. Dent*, 1981;6: 82-9.
- FARRAH J, y col, Effect of cement base thickness on MOD amalgam restorations. *J. Dent. Res.* 1983; 62: 109-11.
- MACHADO P, Dentistry in Latin America: The 21th Century, *en* Dentistry in the 21st Century: a global perspective: proceedings of the International Symposium on Dentistry, Berlin, Federal Republic of Germany, September 10, 1989. SIMONSEN R J, Editor, Quintessence Publishing Co, Chicago, 1991:29-38.
- MERRETT M, ELDERTON R, An *in vitro* study of restorative dental treatment decisions and secondary caries. *Brit. Dent. J*, 1984; 157: 128-33.
- MONCADA O, HERAZO B, Estudio Nacional de Salud: Morbilidad oral. Imprenta del Instituto Nacional de Salud, Bogotá, 1984: 41.
- PETERS, AUSBERG, In vitro cold transference of base and restorations. *J. Am. Dent. Assoc*, 1981; 102: 642-6.
- REINHARDT J, DOUGLASS C, The need of operative dentistry services: Projecting the effects of changing disease patterns. *Op. Dent*, 1989; 14:114-20.
- ROBBINS J, The placement of bases beneath amalgam restorations. Review of literature and recommendations for use. *J. Am. Dent. Assoc*, 1986; 113: 910-2.
- VAN VLACK L, Engineering requirements of materials, *en* Elements of materials science, Addison-Wesley Publishing Co, Massachusetts, 1964: 1-11.