

## **El modelo del elemento finito como herramienta para la investigación en odontología.**

The finite element model as a tool for dental research.

**Marcia Lorenzetti Cabal**

Universidad de Panamá, Facultad de Odontología, Departamento de Odontología Social, Panamá

[melf1962@gmail.com](mailto:melf1962@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0003-2230-1202>

Fecha de recepción: 15 octubre 2021

Fecha de aceptación: 30 noviembre 2021

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7825.6272>

---

### **Resumen**

El análisis del elemento finito o el modelo del elemento finito es un método investigativo no invasivo pero muy exacto que divide el objeto a estudiar en elementos más pequeños. Es un método que permite realizar investigaciones que de otra forma serían muy complejas o costosas. Sin embargo, para que la investigación tenga un impacto en la comunidad profesional el investigador debe detallar las variables y justificar las suposiciones de la investigación.

### **Palabras clave**

Investigación, Modelo del elemento finito, análisis del elemento finito

### **Abstract**

Finite element analysis or finite element modeling is a non-invasive but highly accurate investigative method that divides the object to be studied into smaller elements. It is a method that allows investigations to be carried out that would otherwise be very complex or very expensive. However, for the research to have an impact on the professional community, the researcher must detail the variables and must justify the assumptions of the research.

### **Keywords**

Research, Finite Element model, Finite element analysis

---

## Introducción

Todos los investigadores quisieran que su trabajo fuese realizado en especímenes que representan de manera física el modelo de estudio; esta idea se basa en que, si el experimento se lleva a cabo de manera correcta, los resultados serán valederos. Sin embargo, el método experimental tiene limitaciones cuando el objeto a estudiar tiene por ejemplo formas geométricas complejas, los materiales son costosos, preparación que consume mucho tiempo o procedimientos muy largos. Cuando las limitaciones del método experimental sobrepasan los beneficios que pueden proporcionar estas investigaciones o son incapaces de medir la variable en cuestión, a los investigadores no le queda otra opción que recurrir a las técnicas de matemáticas predictiva. El abordaje analítico y matemático contrasta con la forma tradicional de investigar, en que utilizan geometría de aproximación y en la definición de las propiedades. Generalmente este método depende en suposiciones tales como la geometría del objeto, cómo se deformará el sistema y/o en la propiedad de los materiales. (1)

El análisis del elemento finito o el modelo del elemento finito es una técnica computacional numérica que divide el objeto a estudiar en un número finito de elementos conectados por una malla o nodos, lo que hace que cada elemento, sea un objeto individual de estudio. Un elemento es una matriz matemática de una interacción colectiva entre los grados de libertad entre un conjunto de nodos. Un nodo es un espacio coordinado donde hay lugares (espacios de libertad) y acciones(fuerzas) de una estructura bajo carga. Es un método no invasivo pero muy exacto ya que se basa en las propiedades matemáticas de la estructura estudiada. (2,3,4) Middleton y col. concluyeron que los resultados obtenidos de este análisis son más exactos que cualquier otra forma de investigación que se utiliza hoy en día. Además, permite tener un control total de las variables. (5)

Richard Courante fue el 1ero en desarrollar esta técnica a principios de 1940; posteriormente Argyris and R.W. Clough le pusieron el término de “Elementos Finitos”. En odontología fue Farah y col en 1973(6) con su estudio sobre la carga a un molar restaurado y posteriormente Weinstein en 1976 que utilizó este método para realizar estudios en implantes dentales, los que iniciaron su uso en odontología. (7,8)

### Pasos del método del elemento finito (9)

1. Construcción del modelo geométrico
2. Convertir el modelo geométrico a un modelo MEF
3. Representar la información de la composición del material.
4. Definir los límites
5. Cargar la configuración
6. Resolver las ecuaciones algebraicas lineales
7. Interpretar los resultados

### Limitantes del método del elemento finito (9)

Deja por fuera áreas de la superficie que son redondeadas. Fig. 1

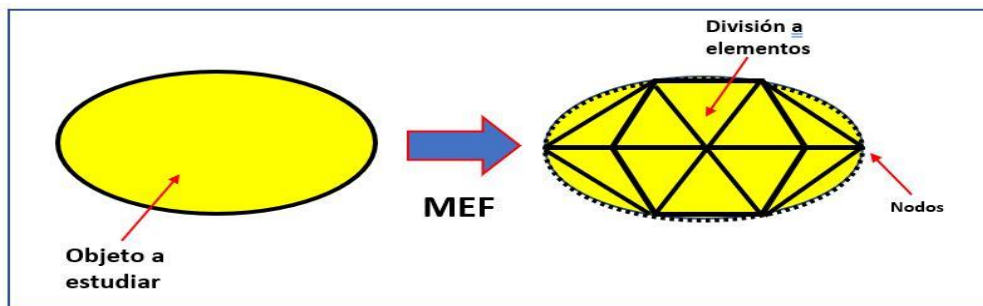


Figura 1

### Usos en odontología

El modelo finito de elementos se ha utilizado en la mayoría de las distintas ramas de la odontología a continuación haremos un resumen de la utilidad de esta forma de investigar en odontología:

- a. Szucs y col utilizaron el método del elemento finito para generar modelos 3D de la mandíbula del ser humano con 3eros molares impactados y determinar qué dirección de fuerza durante la exodoncia aumentaba las posibilidades de fractura de la mandíbula. (10)
- b. Goel y col investigaron a través del método del elemento finito, la variación del stress en el esmalte y la dentina adyacente a la unión esmalte-dentina de 1eros premolares. Ellos

concluyeron que debido al entrelazado más débil ente el esmalte y la dentina en la unión esmalte-dentina que, en otras partes del diente, el esmalte está más propenso a fracturarse y estar más susceptible el diente a tener caries dental. (11)

- c. Lee y col. Investigaron a través del modelo del elemento finito la resistencia a la fatiga de varias marcas de limas rotatorias usando las en canales curvos; se pudo concluir que las limas más rígidas, concentraban el mayor stress con el menor número de vueltas por lo que tendían a fracturarse más rápido. (12)
- d. Ding y col. a través de un modelo del elemento finito estudiaron la carga inmediata sobre el cuello del implante dental por las fuerzas masticatorias. (13)
- e. Moss utilizó el MEF para explicar de manera tridimensional por 1era vez, el crecimiento craneofacial. Hasta este momento, todos los estudios sobre crecimiento craneofacial se basaban en teleradiografías laterales de cráneo. (14)

### **Ventajas del Modelo del elemento finito**

- Es no invasivo
- Puede manejar estructuras no homogéneas al asignar propiedades diferentes a los distintos elementos.
- Minimiza las pruebas de laboratorio
- Cualquier problema puede ser dividido en problemas más pequeños.
- Puede reemplazar modelos estereolitograficos en la planificación prequirúrgica.
- El análisis puede ser estático y dinámico del mismo cuerpo.
- Consume menos tiempo.
- El estudio puede ser repetido tantas veces como sea necesario.

### **Desventajas del modelo del elemento finito**

- Las soluciones que da el modelo del elemento finito solo son realistas, sí las propiedades del material estudiado se conocen con precisión.
- Resultados engañosos debido a una interpretación equivocada de la data.
- Los modelos del cuerpo humano son difíciles debido a su anatomía compleja y porque no se conocen en su totalidad, el comportamiento mecánico de este.

- Se requiere de un recurso humano especializado para el manejo de los programas computacionales. (15)

Recientemente (16) se ha llamado la atención a un exceso del uso de esta metodología y se recomiendan los siguientes puntos al momento de utilizar el método del elemento finito:

1. Solo se debe utilizar el análisis del elemento finito cuando debemos solucionar problemas de orden mecánicos complicados y que son difíciles de resolver clínicamente. Los resultados de este análisis ayudaran al clínico a tomar las medidas de cambio que puedan arreglar el problema.
2. Antes de utilizar el método del elemento finito los investigadores se deben cerciorar que tienen los conocimientos y habilidades computacionales y matemáticas para resolver problemas mecánicos complejos.

### **Conclusiones**

El método del elemento finito nos permite realizar investigaciones que de otro modo serían imposible y por lo tanto es una forma invaluable de experimentación. Sin embargo, la interpretación de las investigaciones que utilizan este método generalmente tiene limitaciones por la falta de detalles del experimento y por la poca justificación de las suposiciones de la investigación. Esto hace que el profesional que no está familiarizado con la metodología no pueda criticar científicamente el estudio y por lo tanto no tenga el impacto como evidencia científica en la práctica clínica diaria.

### **Referencias Bibliográficas**

1. Romanyk DL, Vafaeian B, Addison O, Adeeb S. The use of finite element analysis in dentistry and orthodontics: a critical points of model development and interpreting results. *Semin Orthod* 2020; 26:162.73.
2. Marya, A. David G, Eugenio M. Finite element analysis and its role in orthodontics. *Adv Dent & Oral Health*. 2(2):1-2
3. Mascarenhas R, Parveen S, Shenoy S, Kumar G.S. Infinite Applications of finite element method. *J Ind Orthod Soc*. Dec 2018;52(special issue):S142-S150

4. Lince, J. Modelo tridimensional en elementos finitos de un diente con perno y corona sometido a bruxismo. Tesis de grado para optar al título de Especialista en Prótesis periodontal. Universidad-CES. Medellín, Colombia. 2000.
5. Middleton J, Jones M, Wilson A. The role of the periodontal ligament in bone modeling: the initial development of a time-dependent finite element model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 109(2): 155-162.
6. Farah JW, Craig RG, Sikarski DL. Photoelastic and finite element stress analysis of a restored axisymmetric first molar. *J Biomech.* 1973; 6:511-520.
7. Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry; an review of the literature. *J Prosthet dent.* 2001;85(6):585-598.
8. Mohammed SD, Desai H. Basic concepts of finite element analysis and its applications in dentistry: An overview. *Journal of Oral Hygiene & Health.* 2014 Aug 14:1-5.
9. Mascarenhas R, Parveen S, Shenoy S, Kumar G.S. Infinite Applications of finite element method. *J Ind Orthod Soc.* Dec 2018;52(special issue):S142-S150
10. Szucs A, Bujtar P, Sandor Gk, Barabas J. Finite element análisis of the human mandible to assess the effect of removing an impacted third molar. *J Can Dent Assoc.* 2010;76(1):72.
11. Goel VK, Khera SC, Ralson JL, Chang KH. Stresses at the dentino-enamel junction of human teeth: A finite element investigation. *J Prosthet Dent* 1991; 66:451-459.
12. Lee MH, Versluis A, Kim BM, Lee Cj, Hur B, Kim HC. Correlation between experimental cyclic fatigue resistance and numerical stress analysis for nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2011;37(8):1152-1157.
13. Ding X, Zhu XH, Liao SH, Zhang XH, Chen H. Implant-bone interface stress distribution in immediately loaded implants of different diameters: a three-dimensional finite element analysis. *J Prosthodont.* 2009;18(5):393-402.
14. Moss M, Scalak R, Patel H, Sen K, Moss-Salentijn L, Shinozuka M, *Am J Orthod.* 1985;87(6) 453-472.
15. Bandela V, Kanaparthi S. Finite Element Analysis and Its applications in Dentistry. <http://dx.doi.org/10.5772/interchopen.94064>.
16. Lagravere, M. Finite element analysis: Is it justifiable? *Am J Orthod Dento Orthop* 2021;159(3):255-256.