



## Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta. Estudio *in vitro*

### *Compressive strength of glass ionomer and composite resin. In vitro study*

Sara Blanco Lerech,\* Sebastián Frías Tarón,\* Arnulfo Tarón Dunoyer,§  
José María Bustillo Arrieta,<sup>||</sup> Antonio Díaz Caballero<sup>¶</sup>

#### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la resistencia a la compresión en restauraciones de ionómero de vidrio y de resina compuesta en cavidades clase I en premolares. **Material y métodos:** Un estudio experimental *in vitro*, para evaluar la resistencia a la compresión de dos tipos de materiales restaurador estomatológico, utilizando como objeto de estudio 52 dientes premolares birradiculares. Las muestras fueron distribuidas en cuatro grupos con diferencias en sus características, como fueron el material restaurador y la profundidad de la cavidad (2-4 mm). Se empleó como material restaurador ionómero de vidrio y resina compuesta. Las muestras grupales fueron sometidas a una fuerza vertical compresiva utilizando un texturómetro EZ-S SHIMADZU hasta lograr producir la fractura del material. Para evaluar la normalidad los datos obtenidos se sometieron a la prueba Shapiro-Wilk que rechazó la hipótesis nula. El análisis de los datos totales se realizó a través del test t-Student para muestras independientes. **Resultados:** Los resultados obtenidos al evaluar la dureza superficial de los diferentes materiales restauradores, muestran que existen diferencias estadísticas a favor de la resina compuesta en comparación con el ionómero de vidrio en ambas profundidades ( $p = 6.908 \times 10^{-11}$  y  $p = 0.000$ ), y en la comparación intragrupal se aprecia una diferencia significativa entre los dos grupos de resina e ionómeros a distinta profundidad ( $p = 0.000155887$  y  $p = 0.00257443$ ). **Conclusión:** Al evaluar las cavidades de los órganos dentarios de 4 mm de profundidad, que fueron restaurados con resina Tetric N-Ceram, éstas presentan mayor dureza en comparación con los que fueron restaurados con resina Vitremer<sup>TM</sup> a 2 y 4 mm y que la misma resina a 2 mm de profundidad.

**Palabras clave:** (DecS), resina, ionómero de vidrio, materiales de restauración, pruebas reológicas.

**Key words:** (MeSH), resin, glass ionomer, restoration materials, rheological tests.

#### ABSTRACT

**Objective:** To assess compressive strength of glass ionomer and composite resin restorations in premolar class I cavities. **Material and methods:** *In vitro* experimental study to assess compressive strength of two types of stomatological restoration materials, using as object of study 52 bi-radicular premolars. Samples were distributed into four groups with different characteristics such as restorative material and cavity depth (2-4 mm). Glass ionomer and composite resins were the used restorative materials. Grouped samples were subjected to a compressive vertical force using a EZ-S SHIMADZU texturometer, until achieving the material's fracture. Obtained data were subjected to the Shapiro-Wilk test in order to assess data normalcy, null hypothesis was rejected. Total data analysis was conducted with t-Student test for independent samples. **Results:** Data obtained after assessing superficial hardness of different restorative materials showed the existence of statistical differences which favored composite resin when compared to glass ionomer at both depths ( $p = 6.908 \times 10^{-11}$  and  $p = 0.000$ ). In intra-group comparison, a significant difference was found between both groups (resin and glass ionomer) at different depths ( $p = 0.000155887$  and  $p = 0.00257443$ ). **Conclusion:** Assessment of 4 mm tooth cavities restored with Tetric N-Ceram resin revealed greater hardness than those accomplished with Vitremer<sup>®</sup> resin at 2 and 4 mm and with the same resin at 2 mm depth.

Recibido: mayo 2016.

Aceptado: noviembre 2016.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

\* Odontólogo. Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena. Químico Farmacéutico, Universidad de Cartagena. Magíster en Biotecnología, Universidad de La Habana. Candidato a Doctor en Ciencias de los Alimentos, Universidad de La Habana. Profesor, Universidad de Cartagena.

<sup>||</sup> Odontólogo, Universidad de Cartagena. Especialista en Ortodoncia, Universidad de São Paulo. Magíster en Estadística Aplicada, Universidad del Norte. Profesor, Universidad de Cartagena.

<sup>¶</sup> Odontólogo, Universidad de Cartagena. Especialista en Periodoncia, Universidad Javeriana. Magíster en Educación, Universidad del Norte. Doctor en Ciencias Biomédicas, Universidad de Cartagena. Profesor, Universidad de Cartagena.

## INTRODUCCIÓN

La aparición de procesos degenerativos en los órganos dentarios es provocada por diversos factores que pueden afectar el esmalte, la dentina y los tejidos duros del diente.<sup>1</sup> En el caso que se encuentre en sus estadios tempranos es reversible, como es el caso de la mancha blanca, contrario a esto se está en presencia de un proceso irreversible que está relacionado con la presencia de cavitación. Es por esto que se recomienda que en el momento de restaurar las cavidades o caries en dientes, se debe contar con materiales de obturación idóneos y de mayor duración posible.<sup>2</sup>

Diferentes investigaciones evidencian el interés en la comunidad científica por mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de obturación, sin olvidar que todavía existen algunas deficiencias como: baja resistencia al desgaste, microfiltración, pigmentación y polimerización incompleta. La resistencia de estos materiales a diversos factores aún no es la ideal, dando como resultado su corta duración en boca, pese a que algunos de estos materiales demostraron tener un desgaste anual semejante al de la amalgama de plata.<sup>3,4</sup>

Es de resaltar y tener en cuenta algunos conceptos relevantes y actuales de la odontología mínimamente invasiva, al momento que los órganos dentarios requieran ser restaurados es cuando se debe ser lo más conservador posible con la estructura dental al momento de realizar la preparación necesaria, por tanto entraron en desuso materiales restauradores que requieren de preparaciones extensas para poder adquirir resistencia y adhesión con la estructura dental y, por el contrario está en creciente aumento el uso de materiales de los cuales no necesitan preparaciones extensas para poder ser usados en diferentes casos.<sup>5</sup>

Existen ciertas características de los materiales que le confieren seguridad al operador y, que a su vez, van a jugar un papel importante al momento de su elección, como lo son el coeficiente de expansión térmica, estabilidad del material, resistencia a las fuerzas de masticación, estética aceptable, dureza superficial, entre otras características.<sup>6</sup>

En una previa publicación del presente grupo de investigación, Taron y col. en el 2015, en un estudio piloto, propusieron como modelo de experimentación, el empleo de dientes naturales previamente extraídos por motivos de ortodoncia para el desarrollo de pruebas de resistencia y de tolerancia a la fractura de un grupo importante de dientes, pero que exigía de manera evidenciable un aumento tanto en la muestra como en el refinamiento del modelo.<sup>6</sup>

Los materiales restauradores usados en la actualidad, como la resina compuesta y los ionómeros de vidrios restauradores, tienen algunas ventajas y desventajas, por ende el objetivo de este estudio se enfocó en comparar una de las tantas características que deben tener los materiales restauradores, como lo es la resistencia a la compresión de estos dos materiales mencionados con anterioridad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio cuasiexperimental *in vitro*, donde se evaluó la resistencia a la compresión de un ionómero de vidrio reconstituido contrastado con una resina compuesta nano-híbrida, utilizados para restaurar cavidades clase I de Black con profundidades de 2 y 4 mm en premolares humanos. La muestra seleccionada por conveniencia, estuvo constituida por 52 premolares, extraídos con fines ortodónticos y que no tuvieran anomalías del esmalte extensas.

La muestra se dividió en dos grupos: el grupo A para los dientes a los cuales se realizaron cavidades de 2 mm de profundidad, y el grupo B para los dientes a los cuales se les realizaron cavidades de 4 mm de profundidad. Se utilizó una fresa de diamante cilíndrica punta plana. A cada cavidad preparada se le rectificó la profundidad por medio de una sonda periodontal milimetrada de la casa comercial Hu-Friedy.

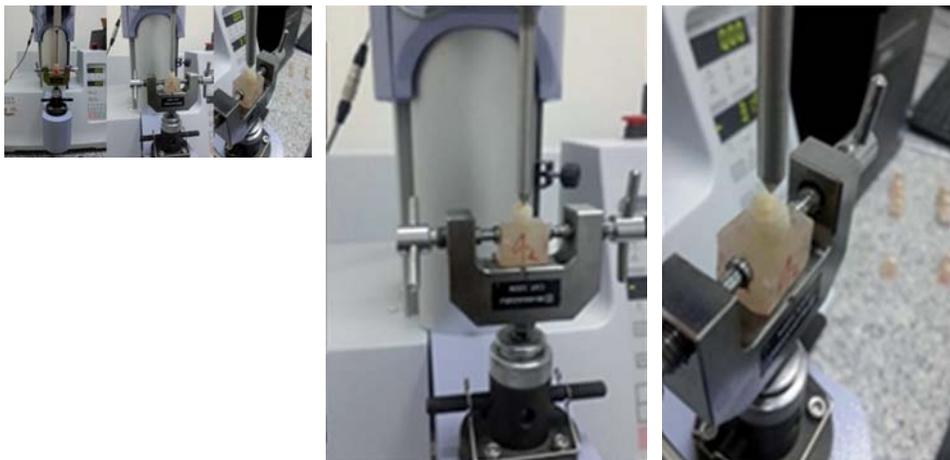
A cada uno de los dientes de la muestra se le confeccionó un soporte en acrílico de autopólimerizado para otorgarle estabilidad al ser posicionado en el instrumento de medición de la resistencia a la compresión empleada.

Los dos grupos se dividieron en dos subgrupos cada uno. El número 1 fue la denominación de los dientes utilizados como muestra restaurados con ionómero de vidrio reconstituido de la casa 3M: Vitremer™. El número 2 para los dientes restaurados con la resina nano-híbrida de la casa Ivoclar Vivadent: Tetric N-Ceram (Cuadro I).

Todos los dientes de la muestra fueron sometidos a ensayos de esfuerzo con el texturómetro EZ-S SHIMADZU con número de serie 346-54909-33, de

**Cuadro I.** Grupos, profundidad de la cavidad y material restaurador.

| Grupo | Profundidad de la cavidad (mm) | Material restaurador  |
|-------|--------------------------------|-----------------------|
| A1    | 2                              | Ionómero Vitremer™    |
| A2    | 2                              | Resina Tetric N-Ceram |
| B1    | 4                              | Ionómero Vitremer™    |
| B2    | 4                              | Resina Tetric N-Ceram |



**Figura 1.**

Penetración superficial en dientes birradiculares y restaurados a 2 y 4 mm de profundidad. Equipo EZ-S SHIMADZU serie 346-54909-33.

50-60 Hz con un rango máximo de capacidad de 500 newton, los dientes obturados y restaurados se sometieron a compresión en la cara oclusal con un área de contacto de 1 mm hasta lograr una profundidad de 1 mm en un solo avance; tal como se observa en la *figura 1*. Monitoreando la fuerza necesaria para penetrar en sentido vertical la restauración existente en cada uno de los dientes de la muestra. Se resalta que la aplicación de la fuerza se realizó en el punto central de la restauración para todas las muestras de igual forma.

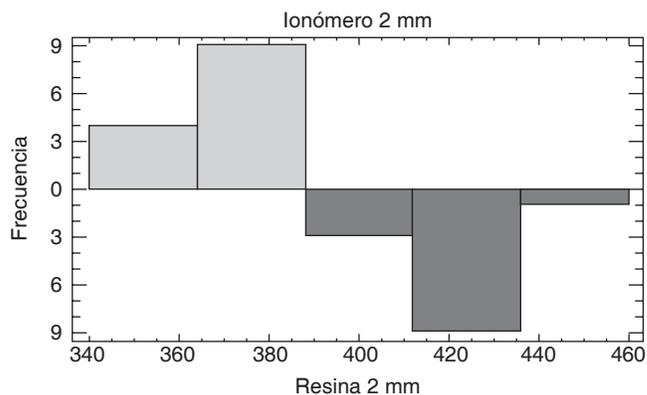
Las consideraciones éticas del proyecto estuvieron acorde a lo dispuesto en la resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia.

**Análisis estadístico**

A partir de los resultados obtenidos se elaboró una tabla matriz en Microsoft Excel versión para Windows 7. A continuación se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, la cual fue aplicada a cada una de las muestras obteniéndose los siguientes resultados: A1 = 0.059; A2 = 0.940; B1 = 0.987 y B2 = 0.300. Como los valores son mayores a 0.05 no se puede rechazar la hipótesis de normalidad, esta prueba se efectuó mediante el programa SPSS Statistic v22 IBM. Se aplica la prueba t-Student para muestras independientes con un nivel de significancia  $p < 0.05$  utilización del programa Statgraphics centurión XV.II. portable.

**RESULTADOS**

Al aplicar la prueba t para muestras independientes analizadas de dos en dos se encuentra que las cavidades de dos milímetros obturadas con Vitremer™ y la



**Figura 2.** Comparación de la dureza superficial de los diferentes materiales restauradores a 2 mm de profundidad.

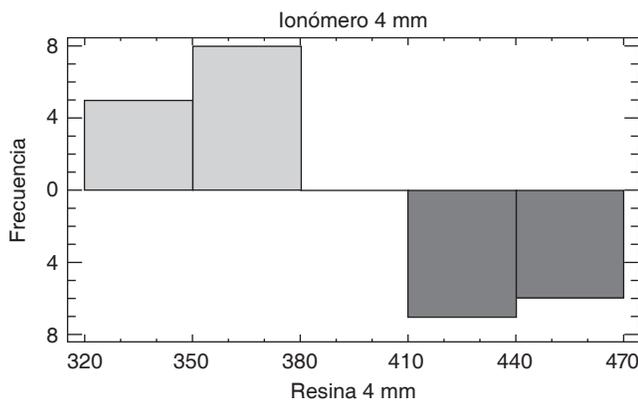
obturada con resina Tetric N-Ceram, presentan diferencias significativa ( $p = 0.00000000006908$ ). Se obtiene un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales (-60.0973 hasta -41.1631). Puesto que el intervalo de confianza no contiene el 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95%. Siendo esta significancia mayor a la de la resina por tener mayor media (419.9500 N), tal como se observa en la *figura 2*.

En la *figura 3* se observan los resultados de las comparaciones de los dos materiales restauradores utilizados, analizando las cavidades de cuatro milímetros obturadas con Vitremer™ y resina Tetric N-Ceram, éstas presentan diferencia significativa ( $p = 0.000$ ) y un intervalo de confianza comprendido entre los valores de -94.8257 hasta -76.604. Debido a que el intervalo de confianza no contiene el 0, existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%. Siendo más significante la resina por tener mayor media (438.9784 N).

Al comparar las cavidades obturadas con Vitremer™ de 2 y 4 mm, el resultado es que no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.00257443$ ). Intervalo de confianza (6.07823 hasta 25.3742). Puesto que el intervalo contiene el 0, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos muestras, con un nivel de confianza del 95%. En la comparación de las cavidades obturadas con resina Tetric N-Ceram a 2 y 4 mm el resultado es que existe diferencia significativa ( $p = 0.000155887$ ). Alternativamente apelando al intervalo de confianza (-28.2774 hasta -10.4401). Puesto que el intervalo no contiene el 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95%. Siendo mayor la significancia de la resina a 4 mm por tener mayor media (438.9784 N) (Cuadros II y III).

### DISCUSIÓN

En una previa publicación del grupo de investigadores, se puso a punto el modelo de las cavi-



**Figura 3.** Comparación de la dureza superficial de los diferentes materiales restauradores a 4 mm de profundidad.

des en dientes naturales, para tratar de establecer la importancia de investigar en un ambiente mucho más similar a la realidad de la cavidad oral en seres humanos.<sup>6</sup> Se refleja una mayor dureza superficial en los resultados de todos los dientes que fueron restaurados con la resina nano-híbrida, indistintamente de la profundidad de la cavidad, aunque la resina a 4 mm de profundidad fue la que presentó mayor dureza de todos los grupos de estudio, fue el grupo B1 el que arrojó resultados más bajos al ser penetrado.

Resultados similares a los del presente estudio con relación a la resistencia de algunos materiales restauradores empleados en la odontología, obtuvo Carrillo (2008)<sup>7</sup> en su estudio comparativo de la resina compuesta, ionómero de vidrio reconstituyente y resina fluida, donde los valores de dureza de la resina compuesta fueron ampliamente mayores a los de los otros dos materiales.<sup>8,9</sup>

Suárez y Lozano en el 2014<sup>10</sup> estudiaron la dureza de diferentes tipos de resina pero a diferencia del presente trabajo, lo realizaron a través del estudio del material en forma de elementos preformados, contruidos con los mismos materiales de estudio, y no en un diente obturando directamente una cavidad preparada, tal como se observa en la realidad clínica. Se considera que este modelo propuesto en la presente investigación, se aproxima mucho más a un escenario real de medición de resistencia y de fuerzas compresivas.

Sung-Ae Son et al en el 2014<sup>11</sup> investigaron sobre la dureza de la resina a diferentes grados de polimerización; sin embargo, lo hicieron con el microdurómetro de Vickers el cual discrepa del texturómetro utilizado en esta investigación, puesto que su medición no va dirigida a cuánta fuerza está necesitando la máquina para realizar la penetración.<sup>12</sup>

**Cuadro II.** Estadística descriptiva. Comparación de dureza superficial de los materiales restauradores a diferentes profundidades.

|           | Tipos         |               |               |               |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|           | 2 mm          |               | 4 mm          |               |
|           | A1            | A2            | B1            | B2            |
| Media     | 368.9894      | 419.950       | 426.790       | 438.9784      |
| Mediana   | 373.6000      | 140.851       | 151.403       | 438.7540      |
| Varianza  | 132.6760      | 11.8680       | 355.221       | 101.9020      |
| Des. est. | 11.51850      | 419.619       | 12.3046       | 10.09467      |
| RIC       | 18.89000      | 14.0900       | 15.4700       | 18.33000      |
| IC        | 362.02-375.94 | 412.44-426.79 | 345.82-360.69 | 432.87-445.07 |

**Cuadro III.** Significancia entre las comparaciones de la dureza superficial de los materiales restauradores.

|           | p-valor                   |
|-----------|---------------------------|
| A1 vs. B1 | 0.00270                   |
| A2 vs. A1 | 6.980 x 10 <sup>-11</sup> |
| A2 vs. B2 | 0.00015                   |
| B2 vs. B1 | 0.00000                   |

Llevar a cabo estudios de evaluación de la dureza superficial de dos materiales de obturación de cavidades dentales en diferentes grosores o profundidades, es muy importante para la industria de materiales odontológicos y para la misma odontología moderna, ya que los aportes logrados con estas investigaciones ayudan a refinar las indicaciones clínicas y la orientación a los fabricantes de materiales dentales, buscando siempre un mayor beneficio para los pacientes odontológicos tal como lo resaltan Shanthala (2013)<sup>12</sup> y Erazo (2010)<sup>13</sup> siendo esto una serie de factores que permite obtener tratamientos odontológicos mucho más duraderos y efectivos para los pacientes cuando se emplean ionómeros de vidrio o resinas como material de obturación.<sup>14,15</sup>

### CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta las limitantes propias de un estudio *in vitro*, se puede concluir que los órganos dentarios con cavidades de 4 mm de profundidad que fueron restaurados con resina Tetric N-Ceram evaluados presentan mayor dureza que los restaurados con resina Vitremer™ a 2 y 4 mm y que la misma resina a 2 mm de profundidad, aceptando que la evolución de las investigaciones actuales puede hacer cambiar estos resultados hasta la fecha.

La capacidad de resistir las fuerzas compresivas arrojó que la resina evaluada posee una dureza significativamente mayor al compararse contra el ionómero de vidrio reconstructor, para restaurar órganos dentarios posteriores.

Los rangos de fuerzas obtenidos de ninguna manera son comparables con los rangos de fuerzas que se registran en las mordidas de dientes humanos. Lo que implica que hace falta el mejoramiento de los materiales dentales en uso en la actualidad.

Teniendo en cuenta las diversas aplicaciones de los materiales y métodos usados, es posible la creación de nuevas investigaciones encaminadas a los cambios en la dureza de los materiales restauradores.

### REFERENCIAS

1. Hebbal M, Ankola AV. Dental caries, salivary parameters and plaque scores as caries risk predictors among 12 year old school children - A follow up study. *IJCRIIMPH*. 2012; 4 (5): 544-554.
2. Chun KJ, Lee JY. Comparative study mechanical properties of dental restorative materials and dental hard tissues in compressive loads. *J Dent Biomech*. 2014; 5: 1758736014555246.
3. Tauquino J. Evaluación *in vitro* de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida, y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada. 2002. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1135>
4. Gutiérrez B, Planells P. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries. *Cient Dent*. 2010; 7: 183-191.
5. Lahoud SV. Factores determinantes que ejercen influencia sobre el rendimiento clínico de restauraciones con resina. *Odontología Sanmarquina*. 2002; 1 (10): 39-40.
6. Tarón-Dunoyer A, Frías-Tarón S, Blanco-Lerech S, Camacho-Vergara A, Bustillo JM, Díaz-Caballero A. Comparación de la dureza superficial de diferentes tipos de materiales restauradores en premolares birradiculares, un estudio *in vitro*. *Av Odontoestomatol*. 2015; 31 (6): 355-361.
7. Carrillo-Sánchez C. Revisión de los principios de preparación de cavidades. Extensión por prevención o prevención de la extensión. *Rev ADM*. 2008; 65 (5): 263-271.
8. Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *Eur J Dent*. 2012; 6 (1): 79-86.
9. Fron-Chabouis H, Prot C, Fonteneau C, Nasr K, Chabroner O, Cazier S et al. Efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: study protocol for the CECOIA randomized controlled trial. *Trials*. 2013; 14: 278.
10. Suárez R, Lozano F. Comparison of surface hardness of nanotechnology composites according to polishing time: *in vitro*. *Rev Estomatol Herediana*. 2014; 24 (1): 11-16.
11. Son SA, Roh HM, Hur B, Kwon YH, Park JK. The effect of resin thickness on polymerization characteristics of silorane-based composite resin. *Restor Dent Endod*. 2014; 39 (4): 310-318.
12. Shanthala GS, Xavier MK. The effect of thermocycling on fracture toughness and hardness of different core build up materials. *Indian J Dent Res*. 2013; 24 (6): 653-658.
13. Erazo L, Vinasco FE, Ruan-Antury JD. Comparison of the microhardness vickers of the self-etch adhesive cement relix unicum and dual cement relix arc. *Col J Dent Res*. 2010; 1 (3): 68-76.
14. Fukuhara NM, Quintana del Solar M, Aguilar MJ. Comparación *in vitro* del efecto del pulido en la morfología superficial de tres resinas compuestas. *Rev Estomatol Herediana*. 2013; 23 (4): 185-192.
15. Gil-García S, Mosquera-Arenas S, Hoyos-Arias LA, Domínguez-Jiménez T, Arango LM, Gallego CL. Cambios en la resistencia compresiva del ionómero de vidrio al ser grabado con ácido ortofosfórico. *Rev Nal Odont*. 2013; 9 (16): 67-73.

Dirección para correspondencia:

**Arnulfo Tarón Dunoyer**

E-mail: atarond@unicartagena.edu.co