



**Evaluación de patrones de análisis de Ortopantomografías
mediante *Eye-Tracking*, en alumnos de Odontología de la
Universidad de Valparaíso y Radiólogos Maxilofaciales de la V
región.**

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnas: Consuelo García Fuster
M. de los Ángeles Ruiz Berger
Patricia Sepúlveda Cruz

Docente Guía: Prof. Dr. Mauricio Vivanco B.
Cátedra de Radiología Oral y Maxilofacial

Valparaíso, Chile
2019

Este trabajo está dedicado a mis papás, quienes me apoyaron desde el momento en que decidí entrar a esta carrera, que celebraron conmigo cada éxito y alegría, y me abrazaron y aconsejaron en los momentos difíciles. Gracias por estar a mi lado incondicionalmente y darme fuerzas para seguir adelante cada vez que el camino se ponía difícil y dudé de mis capacidades.

A mis abuelitos, que ya no están conmigo, pero desde alguna parte me acompañaron y los sentí presentes en todo este proceso.

A mis hermanos, Maximiliano y Cristóbal, por ser los mejores pacientes y ayudarme a pasar mis ramos en los momentos de máxima desesperación. Gracias Coni por ayudarme a conseguir pacientes, por el material de estudio y sobre todo por tu apoyo, no lo hubiera logrado sin ti.

A mis amigos, Tomás, Rodrigo, Juanca y Martín. Sin duda son lo más especial que me llevo de esta universidad. Gracias por hacer este largo camino más llevadero, por subirme el ánimo cuando más lo necesité, y por los infinitos momentos inolvidables que viví junto a ustedes.

Finalmente, agradezco a mi equipo de trabajo de tesis, liderado por el Dr. Mauricio Vivanco e integrado por mis compañeras María de los Ángeles Ruiz y Patricia Sepúlveda. Les deseo todo el éxito del mundo una vez terminada esta etapa.

Consuelo García Fuster

Al final de esta etapa se me vienen tantos nombres y recuerdos a la cabeza que es difícil comenzar.

Indudablemente, le dedico este logro a mi mamá Deborah y a mi papá Eduardo, mis dos grandes pilares y ejemplos. Ellos me han acompañado durante este camino entregándome la fortaleza y valentía para tomar las decisiones correctas y, por qué no decirlo, entregándose como mis pacientes y jugándose por mí. Sin ustedes llegar hasta aquí no sería posible.

A mis hermanos y hermana, que con una mirada más cercana, y a su manera, me ayudaron desde la experiencia.

A Melchor, mi calma y compañía de estudio.

A mis abuelos, que ya no están pero los siento conmigo. A mi Tata, al que se le infla el pecho de orgullo cuando dice que su nieta será “dentista”.

A mis amigas, las de la vida: Sofi, Negra, Chio, Pepi. Cada una en caminos y lugares diferentes, pero siempre una al lado de la otra apoyándonos.

A mis amigas de la u: Dani, Pati, Coni, Joaca, Javi y a mi amigo Tomás, quienes desde el primer día que entré a estas salas y a estas clínicas, hicieron que no fuera solo frustración sino que fuera alegría, risas y miles de anécdotas.

A los docentes, a los de verdad; los que tienen vocación, que están aquí para enseñar y compartir experiencias.

A todos los funcionarios de la facultad que hacen de este lugar un lugar más cálido.

A la Consu y a la Pati, por todos estos meses de trabajo compartido, con preocupaciones, pero por sobre todo chascarros (y cuantos chascarros).

A Mauricio, profe, amigo y ahora colega. Por compartir tus conocimientos, ayudarme y molestarme y porque desde el primer día en que pisé esta facultad tenías lista una tesis para mí.

A ti, Caro, mi amiga. Que ya no estás pero sé que me acompañas día a día y sé lo orgullosa que estarías viéndome convertida en una profesional.

Y a cuantos otros..

Gracias por estar. Mil gracias.

María de los Ángeles Ruiz Berger

Dedico este trabajo de investigación y todas las experiencias vividas en esta carrera a mi Familia.

A mi querido hermano por ser mi confidente y cómplice, por mostrarme que no importa cuán mal sea tu día, siempre se puede volver a empezar. Gracias por escuchar mis frustraciones y por ayudarme a ser cada día más resiliente.

A mi adorada madre, por todo su trabajo y esfuerzo. Gracias por enseñarme a ser independiente, por mostrarme que a través del esfuerzo y la constancia se pueden cumplir los sueños. Gracias por ser mi apoyo fundamental, por levantar cada uno de mis pedazos cuando llegaba derrumbada luego de algún día no tan bueno. Gracias querida mía, por ser mi familia, mi sustento, mi amiga, mi compañera de risas y penas profundas, gracias por ser mi modelo a seguir, mi mentora; gracias por enseñarme que la vida también puede ser bonita en los más oscuros momentos y por ser la persona más importante de mi mundo.

A mis amigos y a toda la gente maravillosa que conocí durante este periodo que sin necesidad de tener consanguinidad, ha sido parte de mi historia.

Patricia Renee Sepúlveda Cruz.

Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a nuestro docente guía el Doctor Mauricio Vivanco. Mauricio, gracias por permitirnos ser parte de este proyecto y ser un gran docente guía para nosotras. Siempre dispuesto a dar nuevas ideas y contribuir de la mejor forma para que todo resultara bien. Sin duda eres un ejemplo de profesional y persona.

A la Escuela de Ingeniería Civil Biomédica, en particular al Dr. Roberto Muñoz por facilitarnos los dispositivos “*eye tracker*”, herramienta fundamental para poder realizar este trabajo.

A la Periodista Bárbara Barrera por su gran colaboración como editora de redacción de este documento.

A la Ingeniero en estadística, Srta. María Pilar Barros, por su gran trabajo al colaborar en nuestro análisis y buena disposición para resolver dudas y acercarnos al mundo complejo de las estadísticas.

A todos los alumnos y Radiólogos maxilofaciales que participaron voluntariamente. Sin ellos no podríamos haber llevado a cabo este estudio.

Consuelo, María de los Ángeles y Patricia.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 EXÁMENES COMPLEMENTARIOS	2
2.1.1 IMPORTANCIA DE LOS EXÁMENES COMPLEMENTARIOS.....	2
2.1.2 EXÁMENES IMAGENOLÓGICOS EN ODONTOLOGÍA	3
2.2. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA.....	5
2.2.1 DESCRIPCIÓN.....	5
2.2.2 OBTENCIÓN DE LAS ZONAS VISUALIZADAS DENTRO DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA	6
2.2.3 REQUISITOS DE UNA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA	7
2.2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA	9
2.2.5 ROL DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA EN LAS DISTINTAS ÁREAS DE LA ODONTOLOGÍA.....	10
2.2.6 EVALUACIÓN DE LA ORTOPANTOMOGRFÍA	11
2.3 <i>EYE TRACKING</i>	13
2.3.1 DESCRIPCIÓN	13
2.3.2 TECNOLOGÍA DE SEGUIMIENTO DE OJOS	13
2.3.3 MOVIMIENTOS OCULARES	15
2.3.4 ATENCIÓN VISUAL.....	16
2.3.5 <i>EYE TRACKING</i> EN IMAGENOLOGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL	17
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 GENERAL	18
3.2 ESPECÍFICOS	18
4. HIPÓTESIS.....	18
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1 TIPO DE ESTUDIO	19
5.2 UNIVERSO	19
5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN PARA LA SELECCIÓN DE PARTICIPANTES ALUMNOS.	19
5.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN PARA LA SELECCIÓN DE PARTICIPANTES ESPECIALISTAS EN RADIOLOGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL. ...	20
5.5 MUESTRAS	20
5.5.1 APROBACIÓN DEL ESTUDIO Y CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	20

5.5.2 TAMAÑO MUESTRAL Y FORMA DE SELECCIÓN	20
5.6 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR	21
5.7 SELECCIÓN DE RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS	21
5.8 <i>EYE TRACKING</i>	22
5.8.1 PROGRAMACIÓN DEL <i>SOFTWARE</i>	22
5.9 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	23
5.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
6. RESULTADOS	24
6.1 ANÁLISIS DE LA TRAYECTORIA.....	24
6.1.1 TERCER AÑO	25
6.1.2 SEXTO AÑO.....	25
6.1.3 RADIÓLOGOS.....	25
6.2 PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO.....	26
6.3 DURACIÓN DEL ANÁLISIS	28
6.4 NÚMERO DE FIJACIONES.....	29
6.5 DURACIÓN DE LAS FIJACIONES.....	31
6.6 VELOCIDAD PROMEDIO DE LOS MOVIMIENTOS SACÁDICOS.....	32
6.7 NÚMERO DE FIJACIONES EN ÁREAS DE INTERÉS.....	34
6.8 DURACIÓN DE LAS FIJACIONES EN ÁREAS DE INTERÉS.....	35
6.9 PRECISIÓN DE LAS RESPUESTAS SEGÚN REPITENCIA DE RAMOS DURANTE LA CARRERA	37
6.10 CORRELACIÓN ENTRE LA PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO Y EXPERIENCIA CLÍNICA.	38
6.11 CORRELACIÓN ENTRE LA PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO Y NIVEL DE CONFIANZA	39
7. DISCUSIÓN.....	41
8. CONCLUSIONES	46
9. LIMITACIONES Y SUGERENCIAS.....	48
10. RESUMEN.....	49

1. INTRODUCCIÓN

La radiología oral y maxilofacial es la especialidad odontológica responsable de producir e interpretar imágenes obtenidas a partir de diversas técnicas, utilizadas para el diagnóstico y el manejo tanto de estructuras normales como de enfermedades y alteraciones patológicas que comprometen la cavidad oral y el territorio maxilofacial.

En odontología estas imágenes son obtenidas principalmente a partir de rayos X, y juegan un papel fundamental a la hora de planificar cualquier tratamiento en nuestros pacientes. Las radiografías más utilizadas en odontología son las periapicales o retroalveolares, “*bite wing*” o aleta mordida y las radiografías panorámicas.

Debido a que estas imágenes radiográficas son una representación bidimensional de estructuras anatómicas tridimensionales del esqueleto maxilofacial, la interpretación de estas imágenes puede ser bastante compleja. Por otra parte, en muchas ocasiones la técnica radiográfica y su proceso de obtención -en los cuales habitualmente participan personas externas- no es ejecutada de la forma correspondiente, lo que lleva a una imagen deficiente que contiene estructuras difusas, colores alterados, presencia de artefactos, etc. Además hay que considerar que en muchas situaciones no es posible repetir la toma.

Tomando en cuenta lo anterior es que nos surge la siguiente interrogante ¿Por qué algunos profesionales son más capaces que otros al interpretar radiografías? En la literatura encontramos que se han realizado estudios en el área médica de los patrones de análisis que realizan radiólogos y residentes de radiología médica y estos han llevado a una mejor comprensión de las formas en que los especialistas ven anomalías en las radiografías. Luego, esta mejor comprensión basada en resultados objetivos es usada para crear métodos de enseñanza para los estudiantes en la identificación de alteraciones radiológicas y su interpretación. Sin embargo, en odontología, los estudios son escasos y cada vez la demanda de exámenes complementarios es mayor.

Para lograr captar estos “resultados objetivos” de los patrones de búsqueda o de análisis anteriormente mencionados se ha utilizado la tecnología del “*eye tracking*”. Este proceso que, para llevarse a cabo requiere de un dispositivo que rastrea la mirada, ha sido incorporado desde hace varias

décadas en diversos campos, pero más a menudo en el ámbito médico y publicidad. De esta forma se determina cómo un sujeto mira un estímulo específico y entonces podemos comprender por qué se ha mirado.

En la literatura se describen algunos métodos de análisis radiográfico que se emplean para la enseñanza de estudiantes (que se describirán posteriormente), pero no tenemos claridad de que sean realmente empleados por los especialistas. Esto nos permite llegar a la pregunta de si las estrategias para analizar radiografías panorámicas son diferentes entre estudiantes y radiólogos maxilofaciales. Es por eso que el objetivo de este estudio es analizar y comparar las estrategias de los estudiantes y radiólogos orales y maxilofaciales al ver las radiografías panorámicas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

2.1.1 IMPORTANCIA DE LOS EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

Uno de los principales objetivos de un profesional de la salud corresponde a la detección temprana y correcta de la enfermedad que cursa el paciente. Para llegar a un diagnóstico acertado, el clínico se apoyará en la precisión de los hallazgos pesquisados en la anamnesis y en el examen físico para establecer la sospecha inicial de alguna patología. Una vez que se ha planteado el diagnóstico presuntivo, éste deberá ser confirmado con la ayuda de exámenes complementarios que corroboren la veracidad del diagnóstico clínico emitido por el profesional, llegando a un diagnóstico definitivo.

Los exámenes complementarios en Odontología, tales como exámenes histopatológicos e imagenológicos -entre ellos los exámenes radiográficos analógicos y digitales, la ecografía, la cintigrafía ósea, la resonancia nuclear magnética, la tomografía computarizada (TC) y las tecnologías más modernas como la tomografía por emisión de positrones (PET) y su fusión con TC-, son recursos que se constituyen como un apoyo al examen clínico. Sus indicaciones y aplicaciones en el sistema estomatognático son múltiples, puesto que facilitan el diagnóstico mediante una asociación coherente entre los hallazgos de una lesión específica en clínica, más los hallazgos determinados imagenológicamente, corroborados por el examen histopatológico, cuando el diagnóstico de la enfermedad así requiera. La coherencia en esta tríada (clínica, patológica e imagenológica) lleva hacia al diagnóstico final.

2.1.2 EXÁMENES IMAGENOLÓGICOS EN ODONTOLOGÍA

Desde sus inicios, la imagenología ha desempeñado un rol fundamental en la odontología. Las indicaciones, la complementación y las inferencias diagnósticas se enriquecen con el aporte de las imágenes en nuestra área. Estos exámenes complementarios aportarán datos de gran interés en el diagnóstico de lesiones de tipo traumático, infeccioso, neoplásico e incluso iatrogénico, permitiendo la visualización de estructuras que exponen la gravedad de algún cuadro clínico, y orientando a que el profesional logre el restablecimiento de la integridad de los tejidos afectados del paciente.

A pesar de que todos los datos ofrecidos por las imágenes obtenidas son útiles, se debe resaltar que no son sustitutos del examen clínico, sino que constituyen una orientación a un correcto diagnóstico¹.

2.1.2.1 Radiología convencional

Una radiografía es una prueba rápida e indolora que genera imágenes de las estructuras internas del cuerpo, siendo específica para los huesos debido a su densidad.

Los haces de rayos X pasan a través del cuerpo y se absorben en diferentes cantidades según la densidad del material a través del cual pasan. Los materiales densos, como huesos y metales, aparecen de color blanco en las radiografías, (zonas radiopacas); el aire aparece de color negro (zonas radiolúcidas); y la grasa y los músculos como sombras de color gris (zonas de densidad media). En algunos tipos de radiografías, la técnica difiere ya que se introduce un medio de contraste (como yodo o bario) en el sistema circulatorio, para poder observar detalles en las imágenes que no son apreciables de otra manera.

Las radiografías dentales son medios auxiliares de diagnóstico que se utilizan de forma rutinaria en la evaluación odontológica de adultos y niños, siendo una herramienta muy útil para evaluar las diferentes patologías que alteran la cavidad bucal. Contribuyen en la determinación de un adecuado pronóstico y tratamiento al ofrecer datos orientadores para ello. Las radiografías más utilizadas en odontología son: Retroalveolares, *Bite wing* y las Ortopantomografías (Radiografías Panorámicas).

Pesquisar anticipadamente cambios anormales en la imagen radiográfica permitirá prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades que frecuentemente no se pueden valorar clínicamente, hasta que el daño es irreparable.

Desde su descubrimiento en 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen, la exposición y obtención de la imagen radiográfica ha evolucionado de manera rápida, mejorando tanto la nitidez de las imágenes y la reducción a la exposición como a la radiación. Actualmente, la radiografía digital introducida en 1987 por Trophy ha disminuido de manera considerable la exposición a la radiación, mejorando la utilidad diagnóstica al presentar imágenes que pueden ser reproducidas, ampliadas y manipuladas en software. Asimismo, ha reducido el riesgo ecológico que significaban los rayos X tradicionales, al no requerir elementos químicos para su uso.²

En detalle, las radiografías son imágenes planas que, frente a las numerosas ventajas que poseen, tienen una gran limitación que las caracteriza y es que representan una estructura tridimensional en un plano bidimensional, por lo que un gran porcentaje de estructuras anatómicas quedan sin visibilidad debido a la superposición o sumación de éstas. Sin embargo, el odontólogo emplea diferentes técnicas y proyecciones para tener una buena visualización del área de interés, y así observar anomalías y detectar cambios estructurales. Por ende, además de esto, la información extrapolada de ellas es de inferencia por parte del radiólogo especializado o de quien evalúa, e idealmente requieren de un protocolo de análisis y cierto grado de experiencia clínica para su razonamiento.³

2.1.2.2 Análisis radiográfico

Es importante considerar que para obtener una buena interpretación de la imagen, la calidad de la técnica y de la radiografía propiamente tal, éstas deben ser adecuadas, ya que una técnica mal ejecutada y una película radiográfica mal procesada conllevan a un análisis errado que a su vez dará como resultado un diagnóstico y plan de tratamiento equivocado.

Para valorar una radiografía es necesario partir de lo general a lo particular e identificar las estructuras y determinar su localización, por lo que el conocimiento detallado de la anatomía es un componente valioso al analizar las imágenes radiológicas. Para ello, se deben observar los siguientes puntos: 1) Presencia o ausencia de enfermedad, 2) Naturaleza y extensión de la enfermedad y 3) Condiciones adyacentes.

Se debe establecer un orden de análisis en función del área a analizar, observando:

- *Radiodensidad*: una lesión radiopaca se presenta solo en tejidos duros, la presencia de radiolucidez dentro de dichos tejidos denota disminución de la mineralización de la región. El efecto de “sumación” debe ser cuidadosamente analizado, ya que es resultante de la superposición de imágenes correspondientes a uno o más tejidos duros.¹
- *Localización*: describe la región específica donde se observan los cambios imagenológicos, tomando como referencia zonas o estructuras anatómicas.
- *Forma*: detallando la aproximación geométrica del cambio imagenológico encontrado.¹
- *Tamaño*: delimitando en centímetros o milímetros las modificaciones encontradas, o la extensión de éstas en base a referencias anatómicas concretas.¹
- *Bordes*: su descripción permite inferir y diagnosticar, en algunos casos, lesiones benignas o malignas. De esta forma, un borde bien definido permite establecer lesiones delimitadas de carácter no invasivo, mientras que el borde mal definido orienta a lesiones invasivas, inflamatorias activas o superposición de imágenes.¹
- *Número*: de lesiones evidentes en la región estudiada, que permite analizar la extensión, generalización y severidad del cuadro o síndrome según sea el caso.¹
- *Efectos relacionados a expansión*: reabsorción o desplazamiento de estructuras adyacentes, que orientan hacia la naturaleza activa o evolución del proceso.¹

El profesional tratante deberá expresar la información claramente, sin vaguedades e impresiones, mediante un informe estructurado.

2.2. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

2.2.1 DESCRIPCIÓN

Uno de los grandes aportes al diagnóstico imagenológico han sido las radiografías panorámicas introducidas por Paatero en 1970, puesto que a través de una sola exposición entregan una idea general de ambos huesos maxilares, otorgando una visión de las estructuras dentales y adyacentes. Las ortopantomografías son las imágenes radiológicas maxilofaciales que muestran

un mayor número de elementos anatómicos –alrededor de 40 estructuras contando tejidos blandos, óseos y dentarios- por lo que hay un gran interés por parte de la profesión en obtener información sobre cómo lograr el máximo rendimiento diagnóstico de la radiografía panorámica.⁴

Se recomienda la utilización de estas radiografías en la evaluación inicial, luego del examen clínico.

El análisis en una ortopantomografía debe ser comparativo, simétrico y organizado. Se debe identificar el contorno cortical de la cabeza del cóndilo, incluyendo las apófisis coronoides y cavidad glenoidea, visualizando con detalle la corteza de los alveolos mandibulares y el hueso trabecular. Luego se observa el maxilar superior desde la fosa pterigomaxilar de derecha a la izquierda, así como los senos maxilares, corteza alveolar y capa cortical de las fosas nasales. A nivel dental se debe detallar posición, número y condición de dientes (corona y raíz) y la presencia o no de reabsorción ósea. Finalmente, durante el análisis se debe cuidar de aislar las imágenes superpuestas, generadas por la presencia de los labios, lengua, paladar blando, entre otros.⁴

Un correcto análisis de este examen es fundamental para la planificación preoperatoria y control postoperatorio, en prácticamente todas las especialidades odontológicas.

2.2.2 OBTENCIÓN DE LAS ZONAS VISUALIZADAS DENTRO DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

“Una ortopantomografía consiste en tres imágenes superpuestas en una: una anteroposterior de las estructuras localizadas mesial a los caninos y dos laterales de las estructuras ubicadas distalmente a los caninos.”⁵ Para lograr esto, una fuente de rayos X y un receptor de imagen giran alrededor de la cabeza del paciente a través de una serie de centros de rotación en movimiento. El movimiento del centro de rotación define el pasillo focal a través de un volumen curvilíneo que incluye los maxilares. Las estructuras dentro de este pasillo focal se muestran relativamente claras en el receptor de la imagen, mientras que las estructuras fuera del canal focal (es decir, delante o detrás) se observarán borrosas.⁶

2.2.3 REQUISITOS DE UNA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

Una radiografía panorámica óptima debe mostrar claramente ambos maxilares y sus estructuras relacionadas sin distorsión significativa o desenfoque.⁷ Las estructuras que se pueden observar en una ortopantomografía ideal se muestran en la imagen 1:



Imagen 1: Estructuras observadas en una ortopantomografía

1. Septum nasal.
2. Espina nasal anterior.
3. Cornete nasal inferior.
4. Cornete nasal medio.
5. Cornete nasal superior.
6. Sombra del tejido blando de la nariz.
7. Espacio aéreo entre la sombra de los tejidos blandos de la zona superior de la lengua y el paladar duro.
8. Pared lateral de la cavidad nasal.
9. Seno maxilar.
10. Salida del conducto naso-lagrimal.
11. Órbita.
12. Canal infraorbitario.
13. Apófisis cigomática del maxilar.
14. Fisura pterigomaxilar.
15. Tuberosidad del maxilar y tercer molar en desarrollo.
16. Hueso cigomático.

17. Estructura cigomático-temporal.
18. Eminencia articular del hueso temporal.
19. Cóndilo mandibular.
20. Meato auditivo externo,
21. Atlas (primera vértebra cervical).
22. Axis (segunda vértebra cervical).
23. Tercera vértebra cervical.
24. Cuarta vértebra cervical.
25. Foramen mandibular y línula.
26. Canal mandibular.
27. Agujero mentoniano.
28. Borde inferior de la mandíbula.
29. Hueso hioides.
30. Espacio aéreo en la faringe.
31. Epiglotis.
32. Apófisis coronoides de la mandíbula.
33. Reborde orbitario inferior.
34. Apófisis mastoides.
35. Fosa craneal media.
36. Bloque de mordida para posicionamiento del paciente. durante la toma de radiografía.
37. Cefalostato.
38. Sombra de la columna cervical.
39. Seno etmoidal.
40. Ángulo de la mandíbula.
41. Cripta de tercer molar en desarrollo.
42. Segundo premolar mandibular en desarrollo.
43. Segundo molar temporal en proceso de reabsorción radicular fisiológica.
44. Incisivo central superior definitivo
45. Incisivo lateral superior definitivo.
46. Canino superior definitivo.
47. Primer premolar superior definitivo.
48. Primer molar superior definitivo.
49. Rama mandibular.
50. Apófisis pterigoides.

Otros criterios de calidad ideales incluyen⁸

- Aumento equitativo en el plano horizontal y vertical.
- Misma dimensión mesiodistal de los molares derecho e izquierdo.
- Densidad uniforme en toda la imagen y sin evidencia de artefactos.
- El paladar duro debe visualizarse por encima de los vértices de los dientes superiores.
- Se acepta una ligera sombra fantasma del ángulo contralateral de la mandíbula y la columna cervical.

2.2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

Dentro de las ventajas del uso de ortopantomografías se encuentran:

- Observación de una gran cantidad de estructuras anatómicas en una sola imagen.
- Posibilidad de comparar ambos lados de la imagen.
- Menor dosis de radiación para el paciente.
- Mayor comodidad para el paciente.

Existen distintos factores que impiden que la imagen radiográfica sea una representación absolutamente fidedigna de las estructuras maxilofaciales. Las desventajas de la ortopantomografía incluyen ⁴:

- Distorsión: la imagen real de la mayoría de los sistemas panorámicos se amplía en aproximadamente un 20%, habiendo zonas que se observan más angostas que otras. También influirá la posición del paciente durante la exposición.
- Superposición de tejidos duros, tejidos blandos y espacios de aire en la imagen.
- Imágenes fantasma: pueden ser creadas por la anatomía del paciente u objetos extraños como joyas, que pueden ocultar los detalles o causar confusión. Si bien las imágenes fantasma de algunas estructuras anatómicas son inevitables, la mayoría de las imágenes fantasma se pueden eliminar o reducir.
- Baja resolución: en comparación con las películas intraorales, la resolución es menor debido principalmente al uso de pantallas de intensificación.
- Defectuosa visualización de los senos y el tercio medio de la cara.

2.2.5 ROL DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA EN LAS DISTINTAS ÁREAS DE LA ODONTOLOGÍA

2.2.5.1 Periodoncia

El uso de radiografías en periodoncia es esencial para realizar el diagnóstico de la enfermedad periodontal, ya que entregará información sobre la pérdida ósea que presenta el paciente, presencia de factores retenedores de placa, lesiones de furca, entre otros. Comúnmente se utilizan las radiografías periapicales para evaluar defectos óseos en pacientes de periodoncia, sin embargo, se ha demostrado que la radiografía panorámica resulta útil para obtener una visión general del nivel óseo que presenta el paciente. Así, muchos odontólogos optan por tomar una ortopantomografía para evaluar la enfermedad, e indican periapicales solo en zonas seleccionadas.⁹

Es importante considerar que las pequeñas pérdidas de altura de la cresta ósea alveolar, observadas en las radiografías panorámicas, deben evaluarse cuidadosamente, ya que pueden sobreestimarse afectando el diagnóstico y plan de tratamiento.¹⁰

2.2.5.2 Odontopediatría

El uso de ortopantomografías es indispensable en pacientes pediátricos, sobre todo en aquellos con dentición mixta y que se encuentran en periodo de recambio. Esta radiografía permite evaluar la cronología y secuencia de erupción, alteraciones dentarias, vías de erupción, entre otras. De esta forma, la radiografía otorga información relevante para planificar el tratamiento de niños y niñas y evaluar posibles necesidades de tratamiento ortodóncico.⁴

2.2.5.3 Ortodoncia

La radiografía panorámica cumple un rol importante como examen complementario en la evaluación del tratamiento ortodóncico. Esta imagen proporciona información sobre la presencia o ausencia de dientes y sus variaciones morfológicas, secuencia y cronología de erupción, y permite evaluar desarmonías dentomaxilares. Sin embargo, no entrega información fidedigna sobre la simetría mandibular y el espacio disponible en los arcos dentarios, por lo que el análisis siempre debe ser complementado con estudio de modelos. Esta radiografía es relevante tanto al inicio como al final del tratamiento, ya que permite evaluar los cambios generados y determinar el éxito o fracaso del tratamiento.⁴

2.2.5.4 Patologías de seno maxilar

La evaluación y diagnóstico de los senos maxilares (y otros senos paranasales) suele realizarse mediante tomografía computarizada, resonancia magnética o la proyección radiográfica simple occipitomental (proyección de Waters). Sin embargo, la radiografía panorámica ha demostrado ser útil al momento de detectar "densidades similares a quistes" y puede demostrar claramente las lesiones que surgen del arco dental maxilar. No obstante, la ortopantomografía no muestra las cortezas de la pared anterior y posterior del seno maxilar, y sólo se mostrarán las partes del seno que se encuentran dentro de la imagen, pudiendo haber patología sinusal fuera del área abarcada por la radiografía. Por lo tanto, la tomografía computarizada y la resonancia magnética son los métodos de elección para obtener imágenes del seno maxilar y otros senos paranasales.⁴

2.2.6 EVALUACIÓN DE LA ORTOPANTOMOGRAFÍA

Profesionales han establecido una serie de recomendaciones para observar y analizar correctamente una radiografía. Dentro de estas, con el fin de ver todas las variaciones sutiles de contraste en la película radiográfica, es esencial contar con un negatoscopio (idealmente con intensidad de luz variable), bloquear cualquier fuente de luz que interfiera con el negatoscopio, y realizar la evaluación bajo una iluminación ambiental tenue, lejos de distracciones.

Al momento de analizar la imagen es recomendable secuenciar la evaluación, lo que se puede hacer de muchas maneras, sin embargo, es muy importante desarrollar un enfoque coherente que garantice que toda la información que entrega la radiografía sea realmente leída. Estas mismas recomendaciones aplican para radiografías digitales, a excepción del uso de negatoscopio.

A pesar de que existen diversas recomendaciones para la interpretación de radiografías, existen profesionales que tienen más habilidades para estudiar de manera completa una ortopantomografía, mientras que otros centran su atención solamente en el área de interés. A partir de esto surge la siguiente pregunta: ¿por qué algunos profesionales son más capaces de interpretar las radiografías que otros? Se han realizado estudios de los patrones de búsqueda utilizados por radiólogos y residentes de radiología médica. Estos estudios han llevado a una mejor comprensión de las formas en que los especialistas ven anomalías en las radiografías. Luego, estos resultados tienen el potencial de ser usados para crear métodos de enseñanza para la identificación radiológica y

la interpretación. En odontología, los estudios son escasos. Uno de los métodos que actualmente se imparte a estudiantes de odontología para las radiografías panorámicas en particulares el enfoque sistemático de la "región por región". Esta estrategia divide una radiografía panorámica en varias regiones: mandíbula, maxilar, tejidos blandos, superposiciones e imágenes fantasmas y, por último, los dientes. Este método dirige los ojos inexpertos de los clínicos aprendices (es decir, estudiantes de Odontología) a regiones específicas y características de la radiografía panorámica. Recientemente, fue mostrado que estudiantes de Odontología, con una estrategia de búsqueda sistemática de capacitación, mejoraron la identificación de patologías en radiografías panorámicas, aunque también encontró una mayor frecuencia de observaciones de falsos positivos¹¹. De esto se infiere que localizar una anomalía y el entrenamiento para identificar correctamente son dos tareas separadas, pero ambas son necesarias para realizar un diagnóstico radiológico adecuado. No está claro si los clínicos experimentados (especialistas) analizan radiografías panorámicas de esta manera sistemática, aunque estudios recientes sugieren que realmente utilizan un patrón de búsqueda libre, pero con un alto nivel de precisión.¹²

Recientemente fueron propuestos dos enfoques para la interpretación de imágenes en radiología oral.¹³ El primer enfoque es la *estrategia analítica*, y se denomina frecuentemente como "razonamiento hacia adelante". Esta estrategia se basa en un análisis paso a paso de las características de un hallazgo radiográfico, y con el tiempo, se hace un diagnóstico, basado en estas características. El método analítico propuesto dirige a los médicos a identificar las siguientes características de una anomalía: ubicación, tamaño y forma, bordes, estructura interna y efectos sobre las estructuras circundantes. Una vez que se ha identificado una característica, el clínico debe decidir si representa algo normal o anormal. Si una característica se considera anormal, ¿es la anomalía adquirida o del desarrollo? Por último, si se identifica una anomalía, ¿en qué categoría de patología se clasifica (quistes, neoplasia benigna o maligna, inflamación, displasia ósea, vascular, metabólica o trauma)? Obviamente, la relación que se hace entre la característica identificada y la categoría de patología debe provenir de una comprensión clara de las características radiográficas de patología. Esta estrategia de análisis se ha utilizado para enseñar a los médicos en sus inicios para interpretar las radiografías, evitar sesgos y prematuras conclusiones en el proceso analítico. El segundo enfoque es la *estrategia no analítica*, a veces denominada "razonamiento hacia atrás", que se utiliza preferentemente por radiólogos experimentados y que, visualizando la anomalía como un todo en lugar de sus características radiográficas individuales, conduce a un diagnóstico inicial previo. Este enfoque se considera a menudo como automático y sin conciencia.¹⁴ Después del diagnóstico previo provisional, el radiólogo emprende

una búsqueda de características radiográficas que apoyan este diagnóstico provisional. Este método también se llama "reconocimiento de patrones". Debido a la experiencia del radiólogo, puede hacer comparaciones con casos anteriores ya vistos. Un estudio ha demostrado una asociación clara entre la precisión diagnóstica y la familiaridad con los casos anteriores.¹⁵ Hubo aproximadamente un 40% de mejora en la precisión diagnóstica con el grupo de experimentados, y aproximadamente el 28% con el grupo de principiantes cuando estos grupos buscaban en casos similares.

2.3 EYE TRACKING

2.3.1 DESCRIPCIÓN

El *eye tracking* es una técnica mediante la cual los movimientos oculares de un individuo son medidos para saber dónde está enfocando la mirada en un momento dado y la secuencia en la que sus ojos cambian de un lugar a otro.¹⁶

El *eye tracking* se ha utilizado en diversas áreas desde la década del '60, pero con mayor frecuencia en publicidad y medicina. Este proceso se usa para determinar cómo un sujeto mira un estímulo específico y luego comprender por qué ha mirado allí. Antes de que existiera el *eye tracking*, los investigadores tenían que confiar en informes sobre movimientos oculares realizados por los mismos sujetos de estudio. Esto claramente carecía de objetividad y, según el estudio que se estuviese realizando, algunos sujetos podían describir su mirada de una manera que satisficiera a los investigadores a cargo, en lugar de informar realmente sobre sus verdaderos patrones de mirada. La llegada de los sistemas de *eye tracking* cambió esto al permitir a los investigadores obtener un método más objetivo y confiable para monitorear la mirada de los sujetos.¹⁹ De esta forma, el registro del seguimiento de los movimientos oculares proporciona una fuente de datos de evaluación objetivos.

2.3.2 TECNOLOGÍA DE SEGUIMIENTO DE OJOS

2.3.2.1 Eyetracker

Los dispositivos de seguimiento ocular más usados en la actualidad utilizan una técnica llamada "Reflejo de la Córnea y Centro de la Pupila basado en Vídeo", que consiste en que los sistemas enfocan un haz infrarrojo (IR) en la córnea y la pupila, causando reflejos altamente visibles.¹⁹ De esta forma es posible disociar los movimientos oculares de la cabeza y, por ende, calcular el

punto de atención de los usuarios. En funcionamiento, una luz infrarroja de un LED es dirigida hacia el usuario para crear reflejos notorios de las características de los ojos y, con esto, conseguir que sean más fáciles de rastrear (se ocupa luz infrarroja para evitar deslumbrar al usuario).¹⁶ A su vez, una cámara montada en un computador captura la imagen de los ojos y los patrones de reflexión, lo que posteriormente el software convierte de datos numéricos a datos visuales.¹⁹

La luz infrarroja está en línea con la trayectoria de observación del sujeto, lo que permite a la cámara captar la pupila brillante al grabar el movimiento de los ojos. Otra ventaja del *eyetracker* se relaciona con la reflectividad de la córnea. Cuando la luz infrarroja pasa a través de la córnea mayormente transparente, una pequeña parte de la luz se refleja hacia la cámara y la fuente de luz infrarroja. Por lo tanto, el reflejo será visible en algún lugar del ojo, dependiendo de dónde estén la cámara y la luz IR en relación con el ojo durante el seguimiento ocular. Un punto importante es que esta reflexión permanece en el mismo lugar, independientemente de dónde o cómo gira el ojo. La falta de detalles aumenta el rendimiento del *eyetracker* al eliminar otras estructuras que podrían interferir con una buena lectura.¹⁸

Las dos propiedades mencionadas anteriormente permiten al *eyetracker* realizar un seguimiento eficiente del movimiento ocular del espectador. Cuando el ojo del sujeto se mueve, la pupila se mueve con él. Esto permite que el *eyetracker* siga el centro del ojo del sujeto. Por el contrario, a medida que el ojo se mueve, el reflejo corneal permanece en el mismo lugar. La reflexión fija proporciona un punto de "anclaje" para el ojo en relación con la cámara. La combinación de estas dos propiedades permite registrar el ángulo del ojo con respecto a los estímulos.¹⁸

Una vez que se logra una imagen enfocada y correctamente iluminada del ojo del sujeto, el *eyetracker* discrimina entre la pupila y la reflexión de la córnea utilizando puntos de mira. La calibración realizada al seguir los puntos de mirada permiten que el investigador se asegure de que el rastreador ocular esté siguiendo el ojo del sujeto correctamente. Durante el seguimiento ocular, la cámara toma imágenes 60 veces por segundo y el sistema determina la posición de la pupila y la reflexión corneal en función de las imágenes. El sistema utiliza las imágenes y dibuja vectores entre los puntos de observación para determinar la ubicación y la dirección de la mirada.¹⁸

2.3.2.2 Técnicas y dispositivos de eye tracking

Antes de contar con los dispositivos “*Eyetracker*” conocidos y utilizados actualmente, fueron muchos los métodos o técnicas que se usaron para captar los movimientos oculares.¹⁷

Las técnicas electrooculográficas ponían en la piel que rodeaba el ojo electrodos montados y a partir de las diferencias en el potencial eléctrico lograban detectar los movimientos oculares.¹⁷

Por otro lado, antiguamente también se utilizaron técnicas que requerían que se cubriera la córnea y la esclerótica con lentes de contacto grandes, que llevaban una bobina de metal adaptada al lente. A partir de fluctuaciones del campo electromagnético, cuando la bobina de metal se movía junto con los ojos, se medían los movimientos oculares.¹⁷

Se hace evidente pensar que todas estas técnicas eran bastante invasivas y por lo mismo los sistemas actuales usan imágenes de video del ojo para determinar dónde está mirando una persona. Hay diferentes formas que captan el movimiento del ojo a partir de las características particulares de este, como las reflexiones corneales (conocidas como imágenes de Purkinje), el límite iris-esclerótica y la forma aparente de la pupila.¹⁷

Tomando en cuenta lo anterior, es que a medida que fueron pasando los años la disponibilidad de sistemas y/o dispositivos que han estado disponibles ha sido variada: desde aparatos grandes que contaban generalmente con estabilizadores de cabeza, lo cual los hacía muy precisos, hasta algunos pequeños y portátiles que daban más libertad a los movimientos del observador, y que inevitablemente los hacía menos precisos. Algunos fabricantes han desarrollado otros sistemas que permiten otro tipo de estudios en donde se sale del entorno fijo (por ejemplo, en el supermercado o mientras conducen), como lo son gafas.¹⁶

Finalmente, además del tamaño, las principales diferencias entre los sistemas han sido la frecuencia de muestreo o de actualización típicamente medidas en *hertz* (Hz: unidad de radiofrecuencia), el rango de seguimiento o la distancia y, lo que es más importante, su precisión y los movimientos de los ojos individuales (ambos medidos en grados).¹⁶

2.3.3 MOVIMIENTOS OCULARES

Cuando observamos una escena cualquiera, los ojos de una persona se mueven entre puntos que capturan su atención, con la que logran recrear una imagen cerebral de ésta. Si bien existen modelos de los movimientos oculares complejos que constan de cinco pasos, el modelo típico (y suficiente para los

estudios de *Eye Tracking*) está constituido por dos conceptos: *fixation* (o fijación) y *saccades* (o movimientos sacádicos). La fijación se define como el momento en el que los ojos permanecen fijos sobre un objeto y es posible apreciarlo en detalle, mientras que los movimientos sacádicos corresponden a los rápidos movimientos oculares entre dos fijaciones. Es importante notar que mientras se produce un movimiento sacádico, permanecemos ciegos (no somos conscientes de lo que está entre los dos objetos que capturaron nuestra atención). Sin embargo, nuestro cerebro es capaz de interpretar esta secuencia de imágenes como un continuo, y por ende, nuestra apreciación parece más un video que una secuencia de imágenes.²⁰

Se han utilizado varios descriptores únicos para registrar los movimientos de los ojos detectados por los sistemas de seguimiento ocular. Una fijación se define como "el acto o una instancia de enfocar los ojos sobre un objeto"; es decir, ¿Cuánto tiempo permanece el ojo en una sola ubicación?. Una sacada se define como un "pequeño movimiento rápido y espasmódico del ojo, especialmente cuando salta de la fijación en un punto a otro", y representa la trayectoria del movimiento ocular que realiza el observador entre cada fijación, mientras que el parpadeo es "cerrar y luego abrir los ojos muy rápidamente".⁶

2.3.4 ATENCIÓN VISUAL

Al abordar el tema del seguimiento ocular, primero debemos considerar la motivación para registrar los movimientos del ojo humano. Es decir, ¿por qué es importante el seguimiento ocular? En pocas palabras, movemos nuestros ojos para que una parte particular del campo de visión visible tenga una alta resolución, de modo que podamos ver con todo detalle lo que sea que esté en la dirección central de la mirada. La mayoría de las veces también desviamos nuestra atención a ese punto para poder enfocar nuestra concentración (aunque solo sea por un breve momento) en el objeto o región de interés. Por lo tanto, podemos suponer que si rastreamos los movimientos oculares de alguien, podemos seguir el camino de la atención desplegada por el observador. Esto puede darnos una idea de lo que el observador encontró interesante, es decir, lo que atrajo su atención, y quizás incluso proporcionar una pista de cómo esa persona percibió la escena que estaba viendo.²⁰

Los seres humanos son seres finitos que no pueden atender todas las cosas a la vez. En general, la atención se utiliza para enfocar nuestras capacidades mentales en las selecciones de la información sensorial para que la mente pueda procesar con éxito el estímulo de interés. Nuestra capacidad de procesamiento de información es limitada. El cerebro procesa la entrada

sensorial al concentrarse en componentes específicos de todo el reino sensorial, de modo que las vistas, sonidos, olores y similares interesantes puedan examinarse con mayor atención al detalle que los estímulos periféricos. Esto es particularmente cierto con la visión. La inspección de la escena visual se realiza minuciosamente, no como un todo. Es decir, la visión humana es un proceso poco sistemático que se basa en la integración perceptiva de pequeñas regiones para construir una representación coherente del conjunto. ¹⁷

2.3.5 EYE TRACKING EN IMAGENOLÓGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL

Las radiografías panorámicas ofrecen mucha información sobre los pacientes, por lo que es importante utilizarlas de forma correcta para aprovechar sus ventajas. En general, las escuelas de odontología enseñan la anatomía de imagen panorámica, pero no necesariamente un método de interpretación. Los métodos de análisis/interpretación a menudo llegan con la experiencia clínica. ¹⁸

Es importante utilizar un enfoque sistemático en la interpretación de la imagen y tener una comprensión completa de la apariencia normal de las estructuras anatómicas que aparecen. El reconocimiento de las estructuras anatómicas en una imagen panorámica puede ser difícil debido a la compleja anatomía facial, la superposición de las estructuras, los cambios en la proyección y los problemas de movimiento/posicionamiento del paciente. Por eso es importante tener fluidez en la identificación de la presencia y el estado de las estructuras anatómicas. Por ejemplo, un hallazgo importante durante el análisis puede ser la ausencia de una estructura normal. ¹⁸

Establecer un método de interpretación al principio de la carrera parece aumentar la eficiencia de la interpretación de imágenes panorámicas. Esto conduce a un mejor tratamiento para el paciente, ya que la patología u otros hallazgos importantes pueden realizarse antes de que un problema se manifieste en algo más obvio radiográficamente. El uso de un *eyetracker* permitiría la visualización y comparación de métodos de interpretación panorámica entre los clínicos. Es por esto que el *eye tracking* en medicina y odontología permite la posibilidad de mejores métodos de enseñanza y una mejor atención al paciente. ¹⁸

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Analizar y comparar las estrategias de los estudiantes y radiólogos orales y maxilofaciales al ver las radiografías panorámicas.

3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar si hay una estrategia de análisis en común entre los estudiantes de Odontología y radiólogos orales y maxilofaciales al observar una radiografía panorámica.
- Evaluar la precisión en el diagnóstico de cada grupo.
- Comparar el tiempo que tardan estudiantes con distinto grado de experiencia y radiólogos en analizar una radiografía.
- Comparar el promedio del número de fijaciones de cada grupo al observar las radiografías.
- Comparar la duración promedio de las fijaciones de cada grupo.
- Comparar la velocidad promedio de los movimientos sacádicos
- Evaluar el número de fijaciones en las áreas de interés (zonas de la radiografía donde se encuentra alguna anomalía) en cada grupo.
- Evaluar el tiempo que cada grupo destinó a observar las áreas de interés.
- Determinar si existe correlación entre la precisión en el diagnóstico y la experiencia clínica.
- Determinar si existe correlación entre la precisión en el diagnóstico y la cantidad de asignaturas reprobadas.
- Determinar si existe correlación entre la precisión en el diagnóstico y el nivel de confianza.

4. HIPÓTESIS

Las estrategias para analizar radiografías panorámicas son diferentes entre estudiantes y radiólogos maxilofaciales.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio de tipo descriptivo de corte transversal de los patrones de análisis de radiografías panorámicas mediante *Eye-Tracking* en los estudiantes de Odontología de la Universidad de Valparaíso y especialistas en Radiología oral y Maxilofacial de la V región.

5.2 UNIVERSO

Estudiantes de Odontología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso de tercer y sexto año, y cirujanos dentistas especialistas en radiología oral y maxilofacial que hayan firmado el consentimiento informado escrito en el mes de abril de 2019. El consentimiento informado fue aprobado por el comité ético-científico de dicha facultad.

Los grupos de estudiantes se escogieron debido a que los alumnos de tercer año son un grupo que, pese a haber cursado las asignaturas de Radiología y Patología, no ha sido capacitado. Por otra parte, los alumnos de sexto, a pesar de no ser especialistas, son alumnos que recibieron capacitación en interpretación de imágenes panorámicas a través del módulo de Radiología de la carrera de Odontología, y que además poseen experiencia clínica adquirida durante los últimos tres años realizando y evaluando informes de ortopantomografías de sus pacientes. El grupo de experimentados profesionales incluirán especialistas radiólogos orales y maxilofaciales.

5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN PARA LA SELECCIÓN DE PARTICIPANTES ALUMNOS.

INCLUSIÓN

- Estudiantes de Odontología de la Universidad de Valparaíso que se encuentren cursando tercer y sexto año de la carrera.
- Alumnos que hayan aprobado la asignatura de Radiología/Bases de la imagenología (sin importar el número de veces que hayan reprobado).

EXCLUSIÓN

- Alumnos que no firmen el consentimiento informado.
- Alumnos que no tengan formación o experiencia en interpretación de imágenes radiográficas
- Alumnos que utilicen lentes ópticos durante el análisis de radiografías.

5.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN PARA LA SELECCIÓN DE PARTICIPANTES ESPECIALISTAS EN RADIOLOGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL.

INCLUSIÓN

- Cirujanos dentistas con especialidad en radiología oral y/o maxilofacial.

EXCLUSIÓN

-Utilización de lentes ópticos o de contacto al momento de analizar radiografías.

5.5 MUESTRAS

5.5.1 APROBACIÓN DEL ESTUDIO Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

El presente proyecto fue aprobado de acuerdo a los protocolos del Comité Institucional de Bioética de la Investigación en Seres Humanos de la Universidad de Valparaíso. Los sujetos accedieron a participar de forma voluntaria mediante asentimiento verbal del paciente y consentimiento informado escrito firmado por ellos mismos.

5.5.2 TAMAÑO MUESTRAL Y FORMA DE SELECCIÓN

Analizando la revisión de los estudios médicos que compararon novatos y experimentados, este consideró 21 sujetos, 10 asignados al grupo avanzado y 11 al grupo de principiantes. De los 21 sujetos, 3 sujetos avanzados y 2 principiantes fueron retirados del estudio debido a una incapacidad para mantener la calibración, quedando finalmente 7 sujetos en el grupo de experimentados y 9 en el grupo de novatos. El único estudio en odontología en esta área utilizó una muestra seleccionada por conveniencia, reclutando 30 estudiantes y 15 especialistas.

Estas publicaciones nos dieron una guía del tamaño de muestra, pero por los escasos datos anteriores relativos a esta área específica de investigación, no puede realizarse un análisis confiablemente. Por lo tanto, se consideró un estudio piloto de diez participantes principiantes, para el cálculo de tamaño de la muestra, con el parámetro de tiempo de permanencia total en la radiografía. De esta forma se calculó la media y la desviación estándar para los principiantes.

Finalmente, debido a la gran cantidad de alumnos que quedaron fuera del estudio por no cumplir con los criterios de inclusión, se calculó un tamaño muestral por estratos según la cantidad de alumnos de cada curso que cumplieron con los criterios y firmaron el consentimiento informado. Dentro de

los alumnos de sexto, el total que cumplía con los criterios fueron 23 y de tercero 18. En base a esta cantidad total, y realizando el cálculo respectivo, la muestra total requerida fue de 13 alumnos de tercer año y 15 alumnos de sexto.

Respecto a los especialistas, se seleccionó una muestra por conveniencia de 10 radiólogos (los que se pudieron contactar en la V región y que tuvieron disponibilidad para participar durante el tiempo que se realizó la toma de muestra).

5.6 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR

Número de fijaciones en la radiografía: Variable cuantitativa discreta. La cantidad de detenciones de los movimientos oculares sobre el objeto interés en este caso la radiografía.

Número de fijaciones en el área de interés: Variable cuantitativa discreta. La cantidad de detenciones de los movimientos oculares sobre un área específica del objeto de interés (radiografía), que será determinada por los operadores.

Tiempo promedio de fijaciones en la radiografía: Variable cuantitativa continua. Promedio de la cantidad de milisegundos en que los sujetos se mantienen en el total de fijaciones realizadas dentro de la radiografía.

Tiempo promedio de fijaciones en el área de interés: Variable cuantitativa continua. Promedio de la cantidad de milisegundos (ms) en que los sujetos se mantienen en el total de fijaciones realizadas en un área específica de la radiografía determinada por el operador.

Duración del análisis completo: Variable cuantitativa continua. Cantidad de milisegundos (ms) que demoran los sujetos en realizar la secuencia completa de sacadas-fijaciones-sacadas durante el análisis radiográfico.

Velocidad promedio de las sacadas: Variable cuantitativa continua. Promedio de la cantidad de pixeles recorridos por segundo (px/s) que realizan los sujetos durante el total de sacadas realizadas en el análisis radiográfico.

Longitud promedio entre sacadas: Variable cuantitativa continua. Promedio de la distancia recorrida en pixeles (px) de las sacadas realizadas durante el análisis radiográfico.

5.7 SELECCIÓN DE RADIOGRAFÍAS PANORÁMICAS

Para este estudio se seleccionaron 12 radiografías panorámicas digitales pertenecientes a pacientes de la Policlínica Odontológica de la Primera Zona Naval por uno de los co-investigadores, especialista en radiología oral y maxilofacial. De estas radiografías, una sola imagen no contenía ninguna

patología o alteración, mientras que las once imágenes restantes contenían regiones con patologías o alteraciones de la normalidad, las cuales fueron seleccionadas y clasificadas según el tipo de anomalía en: alteración articular; alteración de seno maxilar; alteración dentaria; lesión radiolúcida; lesión radiopaca; reabsorción ósea, pudiéndose presentar más de una en cada radiografía.

5.8 EYE TRACKING

Se utilizó el sistema de seguimiento de ojo *TheEyeTribe*®. Este “*eyetracker*” pequeño (dimensiones 20 x 1.9 x 1,9cm, peso 70 g) ofrece una velocidad de muestreo de 60Hz. No se utilizaron dispositivos de estabilización central, ya que el observador debe sentirse cómodo y relajado mientras realiza el registro. La distancia de funcionamiento entre el dispositivo y los ojos de un observador es entre 45 y 75 cm, con 60 a 65 cm siendo la mejor posición. En 60 cm, el área de seguimiento del sistema es de 40 cm por 30 cm, que permite cierto movimiento de la cabeza. El sistema tiene una exactitud de la posición de la mirada de 0.5° y una resolución espacial de 0,1°. A 65 cm, corresponde un cambio de 1° a 11 mm, por lo tanto, la exactitud de este sistema representa un error de aproximadamente 5 mm.

El *Eyetracker* fue montado en la base de la pantalla de un computador portátil de 14 pulgadas (HP Pavilion 14-BK002LA) con una cinta de doble contacto para mantenerlo estable. Este portátil también fue utilizado por los sujetos para responder las preguntas relacionadas con cada imagen y tiene una resolución de pantalla de 1366 por 768 pixeles. En una segunda pantalla manejada por el operador, se fueron respondiendo las preguntas realizadas durante la exposición de las imágenes a los sujetos. Estas respuestas fueron recolectadas vía *GOOGLE FORMS*.

5.8.1 PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

El software asociado con el sistema de *Eye tracking* fue el *OGAMA Open Gaze and mouse analyzer 5.0* (Dr. AdrianVobkühler, FreieUniversität, Berlin, Alemania). Este software se puede utilizar fácilmente para crear un experimento con varios tipos de estímulos, incluyendo las imágenes. Previamente se realizó una calibración preliminar a los investigadores en pantalla.

La primera diapositiva de cada experimento mostró la radiografía panorámica a analizar. Seguido de esta, cada observador presionaba la barra

espaciadora, con la cual se visualizaban las 4 diapositivas siguientes asociadas a cada radiografía que contenían las preguntas acerca de la imagen analizada. Las preguntas para cada una de las radiografías fueron las siguientes:

1. ¿Existe una anomalía en la radiografía?
2. Si existe una anomalía, ¿en qué sextante se encuentra?
3. Mencione la(s) anomalía(s) que observa.
4. En una escala de 1 a 6, califique su nivel de confianza con respecto a su interpretación/diagnóstico de esta radiografía.

Finalmente, la última imagen se utilizó para hacerles saber que el estudio terminó y agradecer su participación.

5.9 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso y en las consultas de los radiólogos especialistas participantes. Ambos lugares fueron iluminados por luces fluorescentes y sin ser atenuadas. La pantalla del *notebook* se posicionó aproximadamente de 60 a 65 centímetros del participante, mientras que este último fue sentado en 90° en una silla sin ruedas. Antes de iniciar el examen, el protocolo del experimento fue explicado por el investigador principal. A cada participante se le indicó que observara las imágenes como si estuviera en su consulta u oficina, de un paciente sin historia o antecedentes. Se les dijo que no existía límite de tiempo para cada radiografía, por lo que el participante pudo tardar en analizar cada imagen lo que normalmente tarda. Por último, se les dijo que algunas imágenes podían no contener patología, una o más de una, sin especificar el número de alteraciones para cada caso.

Cada participante fue identificado en el software con un código, comenzando con la letra A (de alumno, ya que el software exigía que el código comenzara con una letra) seguida de un "3" para los alumnos de tercer año, y un "6" para los alumnos de sexto, y a continuación el número que corresponde a cada participante (Ej: A301). Para los expertos se seleccionó la letra "E", seguida del número que corresponde a cada radiólogo (Ej: E01). Después de una calibración inicial, el software mostró la exactitud del seguimiento (clasificada por el programa en "*Excellent*", "*Good*", "*Moderate*", "*Poor*" y "*Recalibrate*", dando la opción al operador de aceptar la calibración o rechazarla, y decidir volver a calibrar el sistema. Para este experimento, el resultado de la calibración de "*Excellent*" y "*Good*" se consideró aceptable). Una vez concluido el experimento, se le agradeció la participación a los participantes, seguido de una breve

retroalimentación donde se les preguntó su opinión, sugerencias y dudas sobre el experimento.

5.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se procedió a realizar inicialmente un análisis exploratorio de datos, entregando algunas estadísticas descriptivas de interés que resumieran la información.

Posterior a eso se analizó cada una de las variables en cada caso para determinar si cada una de ellas provenía o no de una distribución Normal, esto se vió mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, las hipótesis que se contrastaron fueron las siguientes.

H₀: La variable proviene de una distribución Normal.

H₁: la Variable no viene de una distribución Normal.

Después se procedió a analizar si existían diferencias significativas entre los alumnos de distintos cursos y los radiólogos. Para las comparaciones, si se cumplía el supuesto de normalidad en las variables a comparar, se aplicó la prueba t-Student en el caso de comparar dos grupos o variables y la prueba ANOVA en el caso de comparar más de dos grupos o variables. En el caso de que fuera rechazada la hipótesis de igualdad se utilizó la prueba de Mann y Whitney para comparar dos grupos o variables y la prueba de Kruskal Wallis para comparar más de dos grupos o variables.

Por último, en los casos en que se realizaron pruebas de independencia para comprobar correlación se utilizaron las pruebas de Kendall, χ^2 y coeficiente de Spearman que contrastaron las siguientes hipótesis:

H₀: Las variables son independientes entre sí.

H₁: Las variables presentan algún grado de correlación.

Los análisis estadísticos y los gráficos han sido desarrollados en el software estadístico Stata 11.2.

6. RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS DE LA TRAYECTORIA

Se realizó un análisis descriptivo observando los videos entregados por el software de cada una de las imágenes. Se compararon las trayectorias de cada

participante de forma individual para evaluar si existía algún patrón de análisis que se repitiera en un mismo sujeto al observar diversas radiografías. Luego se realizó la comparación entre grupos.

6.1.1 TERCER AÑO

Se observó que de los 15 participantes, 10 no presentan un patrón determinado al momento de analizar radiografías, realizando una trayectoria indefinida. En 3 participantes se distinguió un patrón lineal, en el cual observaron dientes comparando con el contralateral, yendo de un lado a otro de la imagen. Los 2 restantes presentaron patrón de observación circular, comenzando por un sextante y luego siguiendo hacia la izquierda o derecha. Sin embargo, estos patrones que se detectaron en algunos participantes no fueron constantes (no se presentaron en todas las radiografías), y luego del primer recorrido la gran mayoría adoptó un patrón indefinido. También se observó que ninguno de los participantes de este grupo observó todas las estructuras que se presentan en una radiografía panorámica, enfocándose principalmente en dientes. Quienes sí las observaron, no lo hicieron en todas las imágenes.

6.1.2 SEXTO AÑO

Se observó que de los 15 observadores, 7 participantes no presentaron indicio de algún patrón determinado, describiendo una trayectoria asimétrica, desordenada, con un inicio y finalización aleatoria en cada imagen.

5 realizaron un análisis con un patrón compatible con lineal simétrico de derecha a izquierda de manera más repetida, siendo éste el más prevalente iniciando en algún área de interés. Si bien este patrón fue el más prevalente, no fue constante ni puro en ninguno de los casos, puesto que en al menos una imagen mostraron esbozos de patrón circular, perdían la simetría, desviaban la mirada de manera oblicua o bien cambiaban el sentido de izquierda a derecha.

Finalmente, 3 realizaron un patrón circular, iniciando de manera más frecuente en la línea media superior, enfocándose en dientes primero, siguiendo un sentido horario. Es importante destacar que estos 3 observadores pasaron a un patrón indefinido en al menos 2 imágenes, y en al menos 4 cambiaron más de una vez el sentido de horario a antihorario.

Otro aspecto interesante es que en al menos 3 imágenes (imágenes 3-4-5), 10 de los observadores no detuvieron la mirada en las áreas de interés, finalizando su análisis antes de pesquisarla.

6.1.3 RADIÓLOGOS

De los 10 especialistas en radiología oral y maxilofacial que participaron, se observaron 4 tipos de análisis principales, de los cuales 4 realizaron movimientos lineales, en el cual iban de un lado a otro de la radiografía

ascendiendo o descendiendo según donde comenzaban; 3 circulares en los cuales se comenzaba con un gran círculo que abarcaba la totalidad de la imagen y posteriormente iban concentrándose en zonas más específicas, pero siempre yendo de un cuadrante a otro; 2 no tenían un patrón definido pero que, sin embargo, abarcaban la totalidad de la imagen, y a pesar de tener movimientos erráticos lograban tener una simetría cuando el recorrido se observaba de forma total; y 1 solo realizó un recorrido en “s”, en donde los movimientos reiteradamente generaban un zigzag que ascendía o descendía dependiendo de donde comenzaba el análisis. Cabe destacar que independiente del movimiento principal realizado, siempre hubo durante los recorridos movimientos erráticos en los cuales se distinguía claramente el cambio de dirección o posición.

Por otro lado, todos los participantes abarcaron la totalidad de la imagen con algunas pequeñas excepciones, las cuales podrían deberse a que el dispositivo “eyetracker” no las detectó. En cuanto a las fijaciones, tan solo 1 de los participantes mostró una tendencia clara a tener mayor concentración de estas en las áreas de interés durante todas las radiografías analizadas, no obstante, los demás participantes tuvieron fijaciones en todas las áreas de interés pero de una forma más homogénea con respecto al resto de las fijaciones, a pesar de que igual concentraban mayor cantidad de fijaciones en zonas cercanas o en el área de interés propiamente tal.

En cuanto al comienzo del análisis, todos los recorridos en todos los sujetos tenían un lugar de partida diferente, y posteriormente generaban el patrón de análisis principal, a excepción de un participante que en todas las imágenes comenzaba observando el o las áreas de interés.

Para finalizar, independiente del patrón de análisis, la simetría o asimetría observada cuando el trayecto estaba completo se mantuvo similar en todas las radiografías analizadas por un mismo participante, es decir, el sujeto tenía un comportamiento simétrico en una radiografía, en las 11 restantes conservaba esta simetría, de igual forma lo hacía un participante que las analizaba de forma asimétrica.

6.2 PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO

Las anomalías observadas por los participantes fueron registradas a través de un cuestionario (Anexo 2). Debido a que en un análisis como este no se pueden clasificar las respuestas sólo en correctas e incorrectas (ya que está la posibilidad de que los participantes hagan un correcto diagnóstico pero además observen otros sectores alterados, o bien pesquisen algunas alteraciones pero ignoren otras), se consideraron 5 categorías para clasificar la

precisión de los diagnósticos: correcto (diagnóstico completo de todas las alteraciones presentes), incorrecto (no observa ninguna alteración o da diagnóstico erróneo), incompleto (menciona alguna alteración pero ignora otras), correcto con errores (menciona las alteraciones pero considera otras que no están presentes), e incompleto con errores (menciona solo algunas de las alteraciones y otras que no están presentes). Se observa en la tabla que, tanto los alumnos de tercer año como los de sexto año, no presentan mucha diferencia al momento de diagnosticar, ya que de los alumnos de tercer año se obtuvo un 12,78% de diagnósticos correctos, y un 16,11% en el grupo de los alumnos de 6º año. Con relación a las incorrectas, los alumnos de tercero contestaron incorrectamente a un 40% de los diagnósticos radiográficos, mientras que en el grupo de sexto año se observó un 31,67% de diagnósticos incorrectos. Por otra parte, en el grupo de radiólogos se observó un 60% de diagnósticos correctos, sólo un 5% de diagnósticos incorrectos, y el 35% restante corresponden a diagnósticos incompletos.

Precisión en el diagnóstico	Tercer Año		Sexto Año		Radiólogo		Total	
	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Correcto	23	12,78	29	16,11	72	60,00	124	25,83
Incorrecto	72	40,00	57	31,67	6	5,00	135	28,13
Incompleto	37	20,56	53	29,44	42	35,00	132	27,50
Correcto con errores	15	8,33	14	7,78	0	0,00	29	6,04
Incompleto con errores	33	18,33	27	15,00	0	0,00	60	12,50
Total	180	100,00	180	100,00	120	100,00	480	100,00

Tabla 1. Resultados descriptivos de la precisión diagnóstica según grupo de estudio.

Para determinar si existe correlación entre la precisión del diagnóstico y el grupo de estudio, se realizó una prueba de independencia de Kendall, en donde se determinará si existe correlación entre ambas variables. Al realizar la prueba de Kendall se obtuvo un valor-p de 0,000, es decir, se rechaza la hipótesis nula de independencia y, por lo tanto, existe relación entre el grupo estudio y la precisión en el diagnóstico. Esto indica que a mayor experiencia, más preciso es el diagnóstico.

6.3 DURACIÓN DEL ANÁLISIS

Al realizar el análisis del tiempo que tardaron los individuos de la muestra en analizar las radiografías, separado por grupo de estudio (alumnos de tercer año, alumnos de sexto año y radiólogos) se realizó un análisis descriptivo para conocer algunas medidas de interés.

Al momento de realizar el análisis se eliminaron algunos registros debido a la descalibración del dispositivo *eyetracker*. Cabe destacar que esta descalibración se repitió en sujetos de los 3 grupos de estudio.

Al realizar el análisis descriptivo, se observa en la tabla que el grupo que en promedio utilizó menos tiempo en analizar las radiografías fueron los alumnos de sexto año, mientras que los que más tiempo utilizaron fueron los radiólogos.

Grupo	Promedio	Mediana	Desv. Est	Mínimo	Máximo
Tercer Año	113.672,4	104.267	60.826,65	6.194	317.913
Sexto Año	105.296,2	88.729,5	53.648,75	23.615	276.181
Radiólogo	135.827,8	121.586,5	65.601,31	18.419	401.747

Tabla 2. Resultados descriptivos de los tiempos que tardan en analizar una radiografía según grupo de estudio

Para realizar los análisis de comparaciones, es necesario verificar el supuesto de normalidad, esto se realizó mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Al aplicar la prueba resultó un valor-p igual a 0,0000 es decir, se rechaza la hipótesis nula que dice que los datos provienen de una distribución normal, y por lo tanto, las comparaciones se realizaron mediante pruebas no paramétricas.

El gráfico 1 muestra la distribución de todos los resultados separado por grupo de estudio (alumnos de tercer y sexto año y radiólogos).

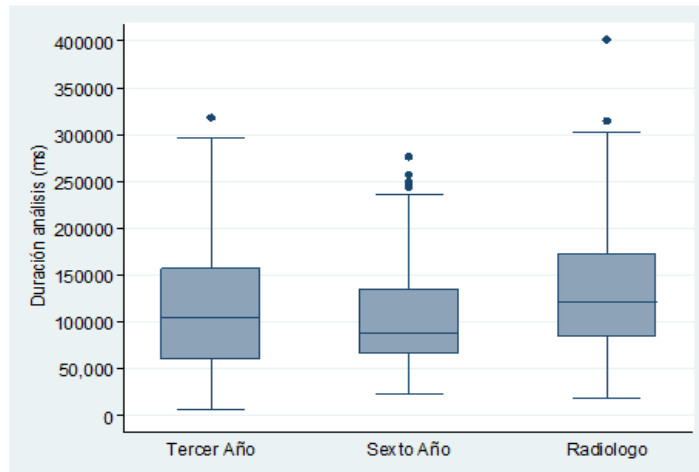


Gráfico 1: Distribución de la duración del análisis de las radiografías según grupo de estudio.

Para realizar las comparaciones se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que esta compara más de dos grupos de estudio. Al aplicar la prueba, arrojó un valor-p igual a 0,0002, es decir se rechazó la hipótesis de igualdad y por lo tanto existe al menos una diferencia entre los tres grupos con relación a la duración en que los alumnos y radiólogos utilizaron en analizar las radiografías.

Para determinar dónde se produjo dicha diferencia, se realizó el análisis entre pares de grupos mediante la prueba de Mann-Whitney. Al comparar los tiempos destinados al análisis de las radiografías entre los alumnos de tercero y sexto año se obtuvo un valor-p igual a 0,3281, es decir no se rechaza la hipótesis de igualdad y por lo tanto, se puede decir que estadísticamente los tiempos son iguales entre ambos grupos. Por otro lado, al comparar los tiempos entre los alumnos de tercer año y los radiólogos, el valor-p obtenido fue de 0,004, es decir se rechaza la hipótesis de igualdad y por lo tanto son significativamente distintos los tiempos. Lo mismo ocurrió al comparar el tiempo de los alumnos de sexto con los radiólogos, en que el valor-p obtenido fue de 0,0000 y por lo tanto se rechaza la hipótesis de igualdad y consecuentemente los tiempos son significativamente distintos. Con esto se puede concluir que el tiempo promedio que le toma a un radiólogo analizar una radiografía es significativamente mayor que los alumnos de tercer y sexto año.

6.4 NÚMERO DE FIJACIONES

Esta variable refleja la cantidad de puntos observados por los participantes en las radiografías. Al momento de realizar el análisis se eliminaron algunos registros debido a la descalibración del dispositivo *eyetracker*. Cabe destacar que esta descalibración se repitió en sujetos de los 3 grupos de estudio.

Al realizar el análisis descriptivo, se observa en la tabla que el grupo que en promedio tuvo menor número de fijaciones fueron los alumnos de tercer año, mientras que los que mayor número de fijaciones tuvieron fueron los radiólogos.

Grupo	Promedio	Mediana	Desv. Est	Mínimo	Máximo
Tercer Año	183,68	162	115,04	13	636
Sexto Año	203,88	179	97,35	24	523
Radiólogo	216,88	187,5	112,06	17	597

Tabla 3. Resultados descriptivos del nº de fijaciones observadas según grupo de estudio.

Para realizar los análisis de comparaciones, se verificó el supuesto de normalidad, esto se realizó mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Al aplicar la prueba resultó un valor-p igual a 0,0000 es decir, se rechazó la hipótesis nula que dice que los datos provienen de una distribución normal y, por lo tanto, las comparaciones se realizaron mediante pruebas no paramétricas.

El gráfico 2 muestra la distribución de todos los resultados separado por grupo de estudio (alumnos de tercer y sexto año y radiólogos).

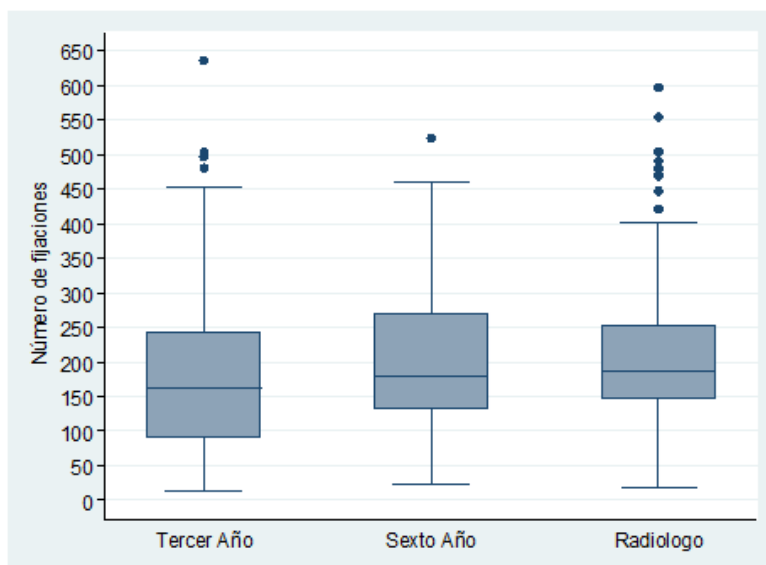


Gráfico 2. Distribución del número de fijaciones según grupo de estudio.

Para realizar las comparaciones se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que esta compara más de dos grupos de estudio. Al aplicar la prueba, arrojó un valor-p igual a 0,0050, es decir se rechazó hipótesis de igualdad y por lo tanto

existe al menos una diferencia entre los tres grupos con relación al número de fijaciones observadas por los tres grupos en estudio.

Para determinar dónde se produjo dicha diferencia es que se realizaron análisis entre pares de grupos mediante la prueba de Mann-Whitney. Al comparar el número de fijaciones entre los alumnos de tercero y sexto año se obtuvo un valor-p igual a 0,0127, es decir se rechazó la hipótesis de igualdad y por lo tanto, se puede decir que estadísticamente el número de fijaciones son significativamente distintos entre ambos grupos. Por otro lado, al comparar el número de fijaciones entre los alumnos de tercer año y los radiólogos, el valor-p obtenido fue de 0,035, es decir, se rechazó la hipótesis de igualdad y por lo tanto son significativamente distintos. Al comparar los la cantidad de fijaciones observadas entre los alumnos de sexto con los radiólogos, el valor-p obtenido fue de 0,3369 y por lo tanto no se rechazó la hipótesis de igualdad, y el número de fijaciones no son significativamente distintos. Con esto se puede concluir que el número de fijaciones promedio que observa un alumno de tercer año es significativamente menor que los alumnos de sexto año y los radiólogos.

6.5 DURACIÓN DE LAS FIJACIONES

Se calculó el promedio de duración de cada fijación que tuvieron los participantes en las radiografías, separado por grupo de estudio (alumnos de tercer año, alumnos de sexto año y radiólogos). Se realizó un análisis descriptivo para conocer algunas medidas de interés.

Al momento de realizar el análisis se eliminaron algunos registros debido a la descalibración del dispositivo *eyetracker*. Cabe destacar que esta descalibración se repitió en sujetos de los 3 grupos de estudio.

Al realizar el análisis descriptivo de la duración promedio de las fijaciones se observa que el grupo que menor promedio tuvo fue los alumnos de sexto año mientras que el promedio más alto fue los alumnos de tercer año.

Grupo	Promedio	Mediana	Desv. Est	Mínimo	Máximo
Tercer Año	371,40	295,03	427,57	226,8	4954,18
Sexto Año	313,73	289,80	181,17	210,11	2098,16
Radiólogo	314,97	304,53	66,83	205,82	530,20

Tabla 4. Resultados descriptivos de la duración promedio de las fijaciones según grupo de estudio.

Para realizar los análisis de comparaciones, es necesario verificar el supuesto de normalidad, esto se realizó mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Al aplicar la prueba resultó un valor-p igual a 0,0000 es decir, se rechaza la hipótesis nula que dice que los datos provienen de una distribución normal y, por lo tanto, las comparaciones se realizaron mediante pruebas no paramétricas.

El Gráfico 3 muestra la distribución de todos los resultados separado por grupo de estudio.

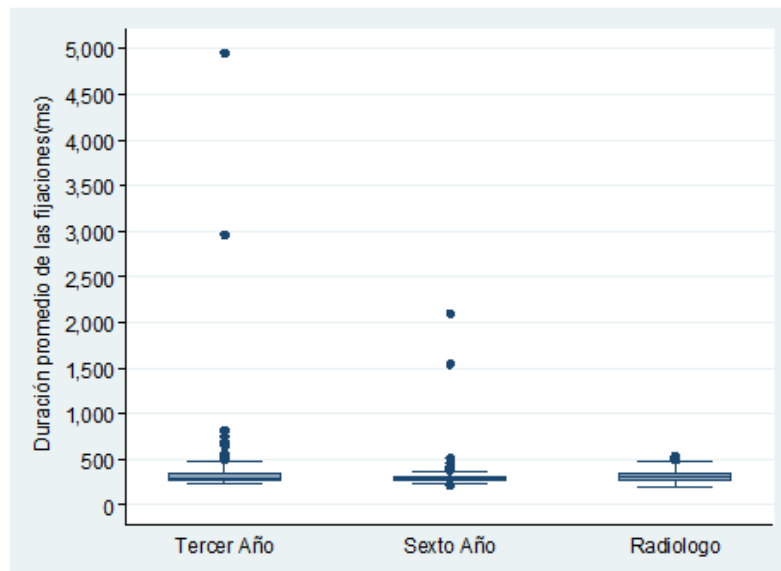


Gráfico 3. Distribución de la duración promedio de las fijaciones según grupo de estudio

Para realizar las comparaciones se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que esta compara más de dos grupos de estudio. Al aplicar la prueba, arrojó un valor-p igual a 0,0684, es decir no se rechaza la hipótesis de igualdad y por lo tanto los tres grupos en estudio tienen una duración promedio de fijaciones estadísticamente igual.

6.6 VELOCIDAD PROMEDIO DE LOS MOVIMIENTOS SACÁDICOS

Se midió la velocidad con la que los observadores realizan movimientos rápidos del ojo (movimientos sacádicos) de un punto a otro. Se realizó un análisis descriptivo separado por grupo de estudio.

Al momento de realizar el análisis se eliminaron algunos registros debido a la descalibración del dispositivo *eyetracker*. Cabe destacar que esta descalibración se repitió en sujetos de los 3 grupos de estudio.

Al realizar el análisis descriptivo, se observa en la tabla que el grupo que en promedio tuvo la menor velocidad de las sacadas fueron los alumnos de tercer año, mientras que los que realizaron estos movimientos con más velocidad fueron los alumnos de sexto año.

Grupo	Promedio	Mediana	Desv. Est	Mínimo	Máximo
Tercer Año	1,92	1,91	0,54	0,54	3,04
Sexto Año	2,20	2,20	0,38	1,26	3,17
Radiólogo	2,03	1,96	0,56	1,03	3,42

Tabla 5. Resultados descriptivos de la velocidad promedio de las sacadas según grupo de estudio.

Para realizar los análisis de comparaciones, se verificó el supuesto de normalidad mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Al aplicar la prueba resultó un valor-p igual a 0,0483 es decir, se rechazó la hipótesis nula que dice que los datos provienen de una distribución normal y, por lo tanto, las comparaciones se realizaron mediante pruebas no paramétricas.

El Gráfico 4 muestra la distribución de todos los resultados separado por grupo de estudio (alumnos de tercer y sexto año y radiólogos).

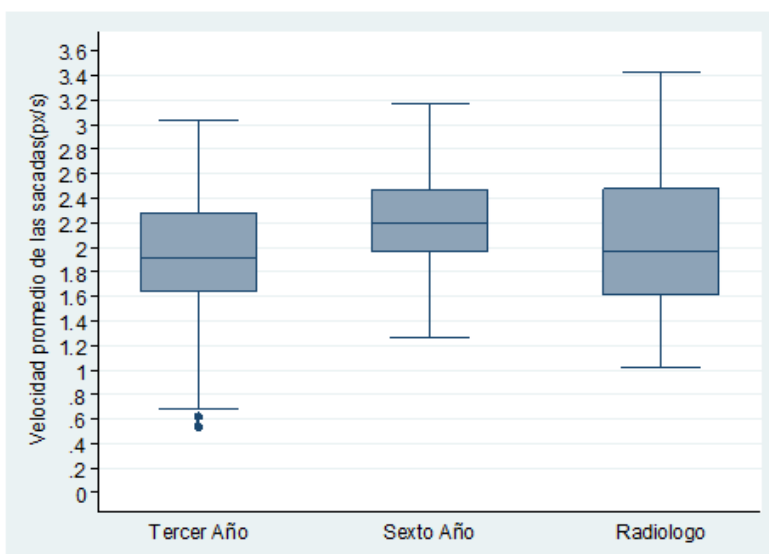


Gráfico 4. Distribución de la velocidad promedio de las sacadas según grupo de estudio.

Para realizar las comparaciones se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que esta compara más de dos grupos de estudio. Al aplicar la prueba, arrojó un valor-p igual a 0,0001, es decir se rechazó la hipótesis de igualdad y por lo tanto existe al menos una diferencia entre los tres grupos con relación a la velocidad promedio de las sacadas por los tres grupos en estudio.

Para determinar dónde se produjo dicha diferencia se realizaron análisis entre pares de grupos mediante la prueba de Mann-Whitney. Al comparar el número de fijaciones entre los alumnos de tercero y sexto año se obtuvo un valor-p igual a 0,0000, es decir se rechaza la hipótesis de igualdad y por lo tanto, se puede decir que estadísticamente la velocidad promedio de sacadas es significativamente distintos entre ambos grupos. Por otro lado, al comparar la velocidad promedio de sacadas entre los alumnos de tercer año y los radiólogos, el valor-p obtenido fue de 0,3717, es decir no se rechazó la hipótesis de igualdad y por lo tanto no se encontraron diferencias significativas. Al comparar la velocidad de sacadas entre los alumnos de sexto con los radiólogos, el valor-p obtenido fue de 0,0027 y por lo tanto se rechazó la hipótesis de igualdad y la velocidad de sacadas es significativamente distinta. Con esto se puede concluir que la velocidad de sacadas de los alumnos de sexto año es significativamente mayor que los alumnos de tercer año y los radiólogos.

6.7 NÚMERO DE FIJACIONES EN ÁREAS DE INTERÉS

Se midió el número de veces que los participantes observaron las zonas de las radiografías donde se encontraban alteraciones (áreas de interés). Se realizó un análisis descriptivo separando a los grupos de estudio según el número de fijaciones en el área de interés que realizaron los individuos. Se observa en la tabla 6 que el grupo de radiólogos especialistas fue el que realizó menor número de fijaciones en el área de interés, mientras que, los que realizaron mayor número de fijaciones en el área de interés fueron los del grupo de alumnos de tercer año.

Grupo de Estudio	Número de fijaciones en área de interés		
	Promedio	Mediana	Desv. Est.
Tercer Año	462,63	394	89,70
Sexto Año	384,91	342	74,97
Radiólogo	384,00	364	62,93

Tabla 6. Resultados descriptivos del número de fijaciones de los sujetos en las áreas de interés según grupo de estudio.

Para realizar las comparaciones entre grupos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que esta compara más de dos grupos de estudio. Al aplicar la prueba, arrojó un valor-p igual a 0,6857, es decir no se rechaza la hipótesis de igualdad y por lo tanto no existen diferencias estadísticamente significativas entre el número de fijaciones en el área de interés, y por lo tanto, estadísticamente el número de fijaciones en el área de interés son iguales.

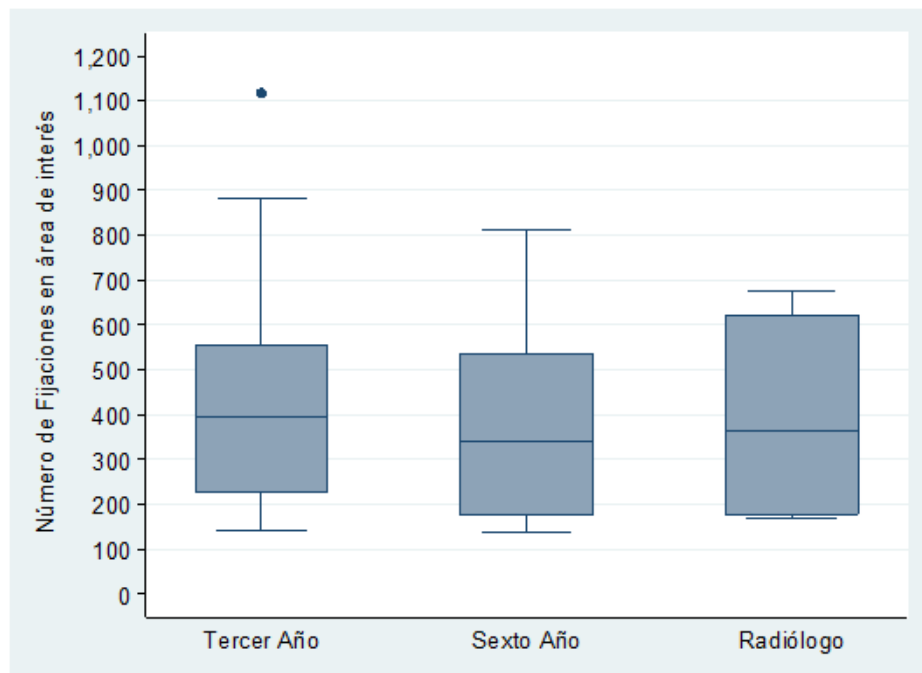


Gráfico 5. Distribución del número de fijaciones de los sujetos en las áreas de interés según grupo de estudio

6.8 DURACIÓN DE LAS FIJACIONES EN ÁREAS DE INTERÉS

Se midió el tiempo promedio que cada participante destinó a observar las zonas de las radiografías donde se encontraban alteraciones (áreas de interés). Para el estudio se realizó un análisis descriptivo separando a los grupos de estudio según la duración de las fijaciones en el área de interés de los individuos. Se observa en la tabla 7 que el grupo de alumnos de sexto año fue el que menos tiempo tomó durante las fijaciones en el área de interés, mientras que los que más tiempo demoraron fueron los radiólogos.

Grupo de Estudio	Duración de fijaciones en área de interés		
	Promedio	Mediana	Desv. Est.
Tercer Año	950,45	1.044	120,91
Sexto Año	930,82	963	109,86
Radiólogo	997,90	1.098	120,74

Tabla 7. Resultados descriptivos de la duración de las fijaciones en el área de interés según grupo de estudio

Al realizar una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si existe diferencia significativa entre los tres grupos, se obtuvo un valor-p igual a 0,8787, por lo que no se rechaza la hipótesis de igualdad en las duraciones y, por lo tanto, las tres mediciones son estadísticamente iguales

El Gráfico 6 muestra la distribución de todos los resultados separado por grupo de estudio (alumnos de tercer y sexto año y radiólogos).

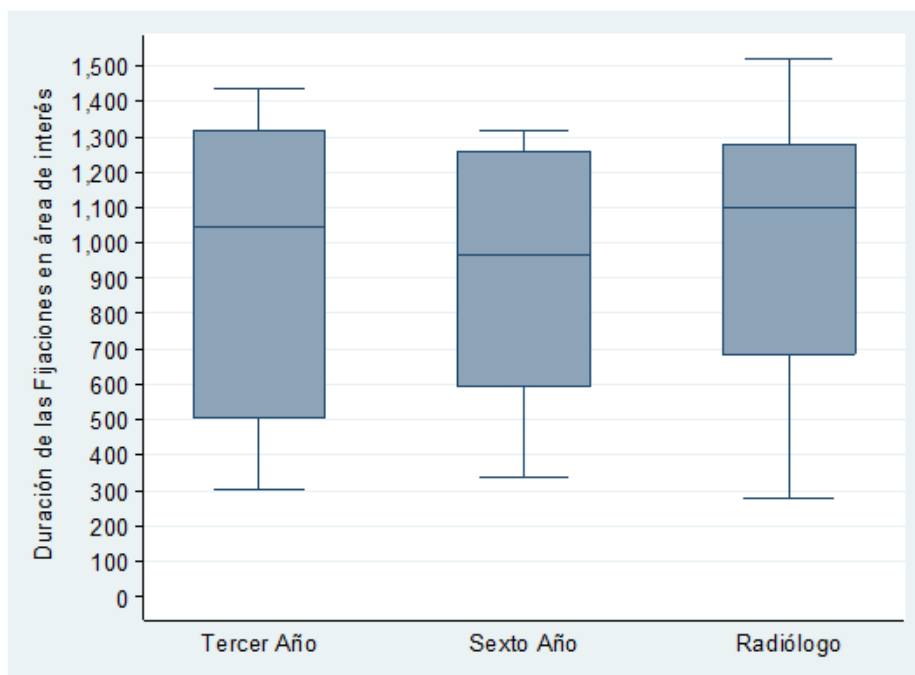


Gráfico 6. Distribución de la duración de las fijaciones de los sujetos en las áreas de interés según grupo de estudio

Para realizar las comparaciones entre los grupos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que esta compara más de dos grupos de estudio. Al aplicar la

prueba, ésta arrojó un valor-p igual a 0,8787, es decir no se rechaza la hipótesis de igualdad y por lo tanto no existen diferencias estadísticamente significativas en la duración de las fijaciones en el área de interés, y por lo tanto, estadísticamente los tiempos son iguales.

6.9 PRECISIÓN DE LAS RESPUESTAS SEGÚN REPITENCIA DE RAMOS DURANTE LA CARRERA

Se relacionó la precisión de los diagnósticos de las radiografías y la cantidad de asignaturas reprobadas separado por curso. Se observó que en los alumnos de tercer año hubo personas que no han reprobado ninguna asignatura (5 alumnos), a diferencia del grupo de sexto donde todos dijeron haber reprobado al menos una asignatura. De los alumnos de tercer año, el promedio de respuestas correctas en aquellos alumnos que dijeron no haber reprobado ningún ramo fue de 1,4, mientras que el promedio de los que sí han reprobado algún ramo fue de 1,8. Con relación a las respuestas incorrectas, el promedio de los alumnos que contestaron que no han reprobado fue del 5,3, mientras que en los que si reprobaron ramos el promedio de respuestas incorrectas fue de 4.

Curso / Precisión Respuestas		No han reprobado		Si han reprobado	
		Promedio	D. Est	Promedio	D Est.
3° Año					
	Correctas	1,40	0,70	1,80	0,84
	Incorrectas	5,30	2,58	4,00	1,58
	Incompletas	2,70	1,06	2,00	1,58
	Correcto con Errores	0,90	1,10	1,20	0,84
	Incompletas con Errores	1,80	1,55	3,00	2,12
6° Año					
	Correctas	--	--	1,93	1,16
	Incorrectas	--	--	3,80	1,66
	Incompletas	--	--	3,53	1,81
	Correcto con Errores	--	--	0,93	1,33
	Incompletas con Errores	--	--	1,80	1,42

Tabla 8. Precisión de las respuestas según reprobación de ramos.

Se realizó un análisis de correlación mediante la prueba de Kendall para determinar si existe relación entre la precisión de las respuestas y la reprobación de asignaturas. Al realizar la prueba en los alumnos de tercer año, se obtuvo un valor-p igual a 0,3113, es decir no se rechaza la hipótesis de independencia y por lo tanto no existe relación entre la precisión de las respuestas y los ramos

reprobados. Por otra parte, no se puede realizar la prueba para los alumnos de 6° Año, debido a que todos contestaron que si reprobaron algún ramo.

6.10 CORRELACIÓN ENTRE LA PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO Y EXPERIENCIA CLÍNICA.

Con la finalidad de establecer si existía una correlación entre la experiencia clínica de estudiantes de odontología (atención a pacientes) y su precisión en los respectivos diagnósticos, se consideró a tercero como el grupo de observadores sin experiencia clínica, debido a que durante la fecha de toma de muestra, los alumnos aún no atendían pacientes. Por otro lado se designó a sexto año como el grupo “con experiencia clínica”, puesto que al encontrarse en dicho año académico, los estudiantes ya han culminado la mayoría de las asignaturas que implican atención a pacientes en clínica. Se evaluó también si existe esta correlación entre estudiantes (de tercer y sexto año) y radiólogos. Se consideraron 4 opciones para tabular la precisión diagnóstica: respuestas “correctas”, “incorrectas”, “incompletas”, “correctas con errores”, “incompletas con errores”. Con relación a la precisión en el diagnóstico de los individuos en estudio, se observa en la tabla que, tanto los alumnos de tercer año como los de sexto no presentan mucha diferencia al momento de diagnosticar las radiografías, ya de los diagnósticos realizados por tercer año solo un 12,78% correspondió a diagnósticos correctos, mientras que en sexto se obtuvo un 16,11% de diagnósticos correctos. Con respecto a los diagnósticos incorrectos, en tercero se obtuvo un 40% y en sexto un 31,67%. Por otra parte, en el grupo de los radiólogos el 60% de los diagnósticos fueron correctos, mientras que solo el 5% fueron incorrectos.

Precisión en el diagnóstico	Tercer Año		Sexto Año		Radiólogo		Total	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant	%	Cant	%
Correcto	23	12,78	29	16,11	72	60,00	124	25,83
Incorrecto	72	40,00	57	31,67	6	5,00	135	28,13
Incompleto	37	20,56	53	29,44	42	35,00	132	27,50
Correcto con errores	15	8,33	14	7,78	0	0,00	29	6,04
Incompleto con errores	33	18,33	27	15,00	0	0,00	60	12,50
Total	180	100,00	180	100,00	120	100,00	480	100,00

Tabla 9. Distribución de la precisión en el diagnóstico por grupo de estudio.

Para determinar si existe correlación entre la precisión del diagnóstico y el grupo de estudio, se realizó una prueba de independencia de Kendall, en donde se determinó si existe correlación entre ambas variables. Al realizar la prueba de Kendall se obtuvo un valor-p de 0,000, es decir, se rechaza la hipótesis nula de independencia y, por lo tanto, existe relación entre el grupo estudio y la precisión en el diagnóstico. Con esto se observa que a mayor experiencia mejor es el diagnóstico.

Luego se evaluó si existe la correlación entre estudiantes de tercer y sexto año, al existir una diferencia de 3 años de experiencia clínica. Al realizar un análisis de independencia de chi-cuadrado, se obtuvo un valor-p igual a 0,206 por lo que no se rechaza la hipótesis de independencia y por lo tanto no existe relación entre la precisión en el diagnóstico y la experiencia clínica entre alumnos de tercer año sin experiencia y sexto año con 3 años de experiencia.

6.11 CORRELACIÓN ENTRE LA PRECISIÓN EN EL DIAGNÓSTICO Y NIVEL DE CONFIANZA

Para el estudio se realizó un análisis de correlación de Spearman que mide la asociación o independencia entre 2 variables. En este caso se midió entre la precisión del diagnóstico y el nivel de confianza de la respuesta de los sujetos separado por grupo de estudio. En cuanto al nivel de confianza, este medía la certeza o seguridad que tenían los individuos al momento de realizar una impresión diagnóstica de su análisis radiográfico y los valores iban desde el 1 al 6, siendo 1 el nivel más bajo de confianza. En cuanto a la precisión del diagnóstico se tomaron 5 alternativas posibles (correctas; incorrectas; incompletas; correctas con errores; incompletas con errores) y cada una de estas se correlacionó con el nivel de confianza respectivo que aseguraron los sujetos.

Tercer año:

Nivel confianza	Precisión en el diagnóstico tercer año				
	Correcta	Incorrectas	Incompletas	Correcto con errores	Incompleto con errores
2	0,56	1,68	0,56	0,00	0,00
3	2,23	7,26	2,23	2,23	3,91
4	4,47	15,08	7,82	3,35	9,50
5	2,79	12,29	6,15	2,23	4,47
6	2,23	3,91	3,91	0,56	0,56

Tabla 10. Distribución de la precisión en el diagnóstico de alumnos de tercer año según nivel de confianza.

Al realizar un análisis de correlación de Spearman se obtuvo un valor-p igual a 0,5278, con este valor no se rechaza la hipótesis de independencia y, por lo tanto, no existe correlación entre la precisión del diagnóstico y el nivel de confianza en los alumnos de tercer año.

Sexto Año:

Nivel de confianza	Precisión en el diagnóstico sexto año				
	Correcta	Incorrectas	Incompletas	Correcto con errores	Incompleto con errores
1	0,00	1,11	0,56	0,00	0,00
2	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00
3	0,00	1,67	0,00	1,11	1,67
4	2,22	11,67	5,00	1,11	8,33
5	5,00	6,67	10,56	5,00	3,33
6	8,89	10,56	12,22	0,56	1,67

Tabla 11. Distribución de la precisión en el diagnóstico de alumnos de sexto años según nivel de confianza.

Al realizar un análisis de correlación de Spearman se obtuvo un valor-p igual a 0,0014, con este valor se rechaza la hipótesis de independencia y, por lo tanto, existe correlación entre la precisión del diagnóstico y el nivel de confianza en los alumnos de sexto año.

Radiólogos:

Nivel de confianza	Precisión en el diagnóstico radiólogos		
	Correcta	Incorrectas	Incompletas
3	0,83	1,67	2,50
4	1,67	0,00	0,00
5	5,83	0,00	3,33
6	24,17	2,50	10,00

Tabla 12. Distribución de la precisión en el diagnóstico de especialistas en radiología según nivel de confianza.

Al realizar un análisis de correlación de Spearman se obtuvo un valor-p igual a 0,1430, con este valor no se rechaza la hipótesis de independencia y, por lo tanto, no existe correlación entre la precisión del diagnóstico y el nivel de confianza en los radiólogos.

7. DISCUSIÓN

Se observaron diferencias entre los radiólogos, estudiantes de sexto y tercer año. Al momento de comparar y describir los patrones y trayectorias de análisis de cada observador por grupo (tercer, sexto año y especialistas), uno de los aspectos que más resalta es que tanto en tercero como en sexto año los estudiantes no siguen un patrón de búsqueda constante en cada radiografía. Esto es compatible con los resultados del estudio de Turgeon, si bien se observaron que algunos de los alumnos de sexto mostraron esbozos de un patrón lineal horizontal en su mayoría, este no fue puro ni se repetía sistemáticamente en cada radiografía. A diferencia de los estudiantes, en su mayoría los radiólogos especialistas siguieron un patrón (más frecuentemente patrón lineal, seguido de un patrón circular), abarcando la totalidad de la imagen. Tuvieron fijaciones en todas las áreas de interés, mientras que los alumnos tanto de tercero como de sexto se centraron preferentemente en dientes. Esto concuerda con el estudio de *Hasan et al*, donde se pudo apreciar que la gran mayoría de los especialistas emplearon algún tipo de patrón (descritos en el estudio como Circular; Dental; de perímetro a zona dental; de zona dental a perimetral).

Con respecto a la precisión en el diagnóstico, se aprecia que al igual que en el estudio de *Hollevoet*, los radiólogos tuvieron la mayor cantidad de diagnósticos correctos, en relación a los observadores con menor experiencia. La diferencia radica en que en el estudio mencionado se consideraba como respuesta correcta el diagnóstico específico, mientras que en nuestro estudio se consideraron 5 categorías para clasificar la precisión de los diagnósticos: correcto, incorrecto, incompleto, correcto con errores e incompleto con errores. Esto se debe a que en varias de las imágenes existía más de una anomalía y cabía la posibilidad de que algunos pesquisarán unas alteraciones pero ignoraran otras, y consideramos que en estos casos no podíamos reconocer la respuesta completa como incorrecta.

En cuanto a la duración del análisis, los estudiantes de sexto año fueron quienes tardaron menos tiempo en observar las radiografías, seguidas por los estudiantes de tercer año, sin embargo entre estos 2 grupos la diferencia no fue significativa. El grupo de radiólogos tardó significativamente más tiempo. Esto difiere con el estudio de Turgeon, donde se observó que los radiólogos fueron más rápidos para analizar las radiografías que los estudiantes a pesar de que en ese estudio no se consideró el grado de experiencia de los participantes

(estudiantes), lo que sí fue estudiado en el trabajo de investigación de Hollevoet, Sin embargo nuestros resultados también difieren ya que se se observó que aquellos odontólogos con más experiencia utilizan menos tiempo para observar radiografías, que aquellos que tienen menos de 5 años de experiencia. En relación a nuestro estudio esto podría deberse a que los especialistas además de centrarse en las alteraciones evidentes dedicaron tiempo a observar la imagen radiográfica en su totalidad abarcando la mayor parte de las estructuras que se muestran en la imagen probablemente en busca de otras anormalidades, variaciones de la normalidad u otra patología, a diferencia de los estudiantes. Por otro lado, cabe destacar que varios especialistas a pesar de que se les indicó reiteradas veces narrar solo las alteraciones o patologías que observaran en las radiografías igualmente entregaron un informe completo de cada OPG posterior a un examen exhaustivo, y por lo tanto, transcurrió más tiempo en relación al que tardaron los estudiantes en sus análisis.

Se observó que el número de fijaciones promedio de un alumno de tercer año es significativamente menor que los alumnos de sexto año y los radiólogos, mientras que no se encontraron diferencias significativas entre estos dos últimos. Estos hallazgos son opuestos a los obtenidos en el estudio de Turgeon, donde los radiólogos tuvieron menos fijaciones que los estudiantes. También contrastan con el estudio de Hollevoet, donde aquellos profesionales con menos años de experiencia tuvieron un mayor número de fijaciones que aquellos más experimentados. Nuestras diferencias se pueden deber a que los estudiantes de tercer año no observaron todos los sextantes de las radiografías, centrándose principalmente en dientes, mientras que los radiólogos sí observaron todas las estructuras presentes en la imagen, aumentando el número de fijaciones. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el estudio de Giovinco et al, donde si bien fue realizado con médicos, también compararon grupos sin experiencia con cirujanos experimentados.

Respecto a la duración de las fijaciones, los resultados indican que los tres grupos de estudio tienen una duración promedio de fijaciones estadísticamente igual. Estos resultados no son concordantes con el estudio de Hollevoet, donde sí se observaron diferencias significativas, siendo aquellos odontólogos experimentados los que pasaron en promedio mayor tiempo en cada fijación. Sin embargo, en contraste a lo que se observó en el estudio de Hollevoet, en nuestro estudio hubo una mayor cantidad de fijaciones por parte de los radiólogos, lo que puede indicar que en nuestro grupo de estudio lo que marca la diferencia es la cantidad por sobre la duración.

En cuanto a la velocidad promedio de los movimientos sacádicos, se observó que la velocidad de los alumnos de sexto año es significativamente mayor que los alumnos de tercer año y los radiólogos, mientras que entre estos dos últimos no se observaron diferencias significativas. Esto se puede interpretar como que los alumnos con más experiencias saben donde buscar anomalías, dirigiendo la mirada de forma más rápida a los sitios de interés, lo que no ocurre con un estudiante de tercer año que tiende a ser más inseguro y por lo tanto realiza movimientos más lentos a lo largo del análisis. Respecto a los radiólogos, se observa que la velocidad es similar a la de los estudiantes de tercer año, pero el motivo debe ser distinto. La diferencia se podría deber a la observación más detenida de la imagen que realizan los expertos respecto de los estudiantes, realizando un recorrido más lento para asegurarse de no pasar ninguna estructura por alto. Los resultados de este estudio coinciden parcialmente con los obtenidos por Hollevoet, donde se observó que los clínicos inexpertos -en nuestro caso, los estudiantes de tercer año- realizan movimientos sacádicos con menor velocidad que aquellos con más experiencia (alumnos de sexto año). Sin embargo, el estudio de Hollevoet no consideró un grupo de especialistas, por lo que no se pueden comparar resultados con este grupo de estudio. En el estudio de Giovinco, similar al nuestro realizado con estudiantes de medicina y radiólogos, se observó que, ante una radiografía sin anomalías, los estudiantes tienden a realizar los movimientos más rápido que los radiólogos, en concordancia con nuestros resultados. Por otra parte, en aquellas imágenes que sí presentaban anomalías estos resultados se invirtieron. En nuestro estudio no se encontraron diferencias entre la velocidad de los movimientos sacádicos en aquellas imágenes con anomalías y la imagen sin anomalías.

Se observó que el número de fijaciones en las áreas de interés promedio que ejecutó cada grupo fue estadísticamente igual, no existiendo diferencias significativas entre cuántas veces fijaron la mirada en las anomalías los observadores del grupo de alumnos de tercero, sexto y especialistas. Este resultado no concuerda con el obtenido en el estudio de Hollevoet y de Turgeon, donde el grupo con menos experiencia obtuvo mayor cantidad de fijaciones en las áreas específicas que los profesionales con más experiencia y/o especialistas. Nuestra igualdad en el número de fijaciones obtenida entre estudiantes y especialistas radica en que los radiólogos observaron con un cierto número de fijaciones esparcidas equitativamente entre todas o la gran mayoría de las áreas de interés, mientras que los alumnos, si bien no observaron la totalidad de alteraciones presentes en las imágenes, centrándose principalmente en las áreas de interés localizadas en dientes, destinaron una cantidad de fijaciones a este sector, similar a las de los especialistas.

Se observó que el tiempo de duración promedio que destinó cada grupo a analizar las áreas de interés presentes en las radiografías panorámicas fue estadísticamente igual, no pudiéndose establecer ninguna diferencia entre tercero, sexto y radiólogos. Esto difiere de los resultados obtenidos en el estudio de Turgeon, donde se observaron diferencias significativas entre especialistas y estudiantes, siendo los radiólogos quienes destinaron menos tiempo en analizar las anomalías presentes en las radiografías que los no expertos. Cabe destacar que el estudio de *Turgeon* clasificaron las imágenes en relación al grado de dificultad: en obvio, intermedio y sutil, siendo las imágenes obvias y sutiles donde los especialistas emplearon menos tiempo de fijación en las áreas definidas que presentaban las radiografías. Este fenómeno lo atribuimos a que en el estudio de *Turgeon* los especialistas pesquisarón la anomalía, que en la mayoría de los casos era obvia, y finalizaron su análisis puesto que se consideraba un solo diagnóstico por radiografía.

La ausencia de diferencias en la presente investigación radica en que, posiblemente, se generó en los 3 grupos una compensación en el tiempo que empleó cada observador, existiendo algunos que se escapaban de la tendencia central, pero manteniendo la mediana constante y similar tanto en tercer- sexto y radiólogos

En el presente estudio, si bien los estudiantes no observaron todas las anomalías presentes en las imágenes que mostraban más de una alteración, no hubo diferencia en el tiempo que destinó el grupo de especialistas realizando un análisis más exhaustivo de todas las anomalías que mostraba cada radiografía panorámica. Por lo tanto, se presume, que por una parte está el tiempo que duró un análisis incompleto de las áreas de interés por parte de los alumnos que fue el mismo tiempo que destinaron los especialistas a abarcar todas y cada una de las áreas de interés.

Respecto a la relación entre la precisión de los diagnósticos y repetencia de ramos, si bien descriptivamente se observó que el grupo de estudiantes que han reprobado al menos un ramo tenían mayor cantidad de diagnósticos correctos que quienes no han reprobado ningún ramo, estadísticamente se observó que no existe relación entre la precisión de las respuestas y las asignaturas reprobadas. Esto nos indica que a pesar de tener que repetir ciertos ramos, contrario a nuestra hipótesis, los estudiantes no adquieren más habilidades para realizar diagnósticos radiográficos por tener más años de formación teórica. No se logró encontrar investigaciones con mediciones similares en la literatura, por lo que se espera que futuras líneas investigativas involucren la cantidad de asignaturas reprobadas durante la carrera para

analizar y evaluar su relación con la capacidad de diagnosticar anomalías en radiografías.

Respecto a la relación entre la precisión de los diagnósticos y experiencia clínica, se observó que existe una correlación, donde aquellos participantes con más experiencia (radiólogos) obtuvieron mayor cantidad de diagnósticos correctos que los estudiantes. Respecto a estos últimos, si bien descriptivamente se observó que los alumnos de sexto año obtuvieron más respuestas correctas y tercero presentó mayor cantidad de respuestas incorrectas e incompletas con errores, estadísticamente no se observó relación significativa entre la precisión diagnóstica y la presencia o ausencia de experiencia clínica, haciendo referencia a sexto y tercer año respectivamente. Al no existir correlación entre las variables mencionadas, se presume que los alumnos no desarrollan mayores competencias de análisis radiográfico, específicamente de ortopantomografías, tras cursar 3 años de asignaturas con práctica clínica, donde los estudiantes brindan atención a pacientes. Con esto se observa que las habilidades desarrolladas luego de recibir las respectivas formaciones teóricas de la asignatura de Radiología no varían después de experimentar 3 años de clínica. Estos resultados contrastan con los obtenidos en el estudio de *Hollevoet* donde, si bien no se realiza una correlación entre precisión diagnóstica y nivel de experiencia clínica, se comparan análisis de radiografías panorámicas de nuevos clínicos especialistas con menos de cinco años de ejercicio y profesionales especialistas con más de cinco años de experiencia laboral, obteniéndose análisis más completos y correctos por parte de los más experimentados.

Sólo se logró establecer una correlación (positiva) entre el nivel de confianza de los alumnos de sexto año y su respectiva exactitud en los diagnósticos descritos. Se observó que a menor nivel de confianza por parte de los estudiantes de sexto, la asertividad en los diagnósticos fue inferior. Es decir, que los niveles de confianza inferiores a 3, se relacionaban significativamente más con diagnósticos incorrectos e incompletos con errores. Para lo demás grupos de estudio no se rechazó la hipótesis de independencia, concluyendo que no existe relación. Esto concuerda con un estudio realizado en internos de medicina que evaluó la correlación entre precisión diagnóstica de casos clínicos y su nivel de confianza (medido en una escala del 1 al 10). En dicho estudio se observó que al realizar diagnósticos tanto correctos como incorrectos, no existían diferencias significativas en el nivel de confianza de los internos.²¹ Esto nos indica que, a pesar de lograr un diagnóstico correcto, en muchos casos el nivel de confianza de los participantes fue bajo o viceversa, lo que asociamos a que varios participantes relataron la necesidad de tener más información sobre

el paciente al que correspondía la radiografía (ej: sexo, edad). Al no tener toda la información sobre el paciente, los participantes - principalmente radiólogos- no podían descartar sus hipótesis diagnósticas para llegar a un diagnóstico definitivo, bajando su nivel de confianza. Otro factor que puede haber influido en el nivel de confianza es la calidad de las imágenes, ya que varios participantes indicaron que necesitaban cambiar el contraste y el brillo de la radiografía para poder observarla mejor.

8. CONCLUSIONES

Las radiografías panorámicas son una valiosa herramienta de aproximación diagnóstica, otorgando una gran cantidad de información en una sola exposición. Para una utilización más provechosa de este examen, es necesario desarrollar una interpretación con un análisis sistemático. En este estudio se propuso determinar si existían diferencias en el método de análisis que utilizaban estudiantes de tercer y sexto año de odontología y radiólogos maxilofaciales especialistas al momento de examinar una ortopantomografía.

Con respecto a los radiólogos especialistas, se pudo apreciar que en su mayoría siguieron algún tipo de patrón, pero una de las características más relevantes y comunes en la mayoría de ellos es que, a diferencia de los estudiantes, abarcaron la totalidad de la imagen y tuvieron fijaciones en todas las áreas de interés, mientras que los estudiantes se centraron preferentemente en dientes.

Los resultados demuestran que existe una diferencia en la eficiencia y precisión en el diagnóstico de anomalías entre los grupos. Como era de esperar, existió una mayor precisión diagnóstica en el grupo de los radiólogos especialistas y una menor precisión en los alumnos de tercer y sexto año. Así, se comprueba que a mayor experiencia, mayor es la capacidad de analizar y pesquisar anomalías en una radiografía.

Además, los resultados muestran que los especialistas son los que tardan más tiempo al momento de analizar una radiografía, ya que observan todas las estructuras que se muestran en la imagen, a diferencia de los estudiantes.

Cabe destacar que los estudiantes de tercer año tuvieron significativamente menos fijaciones en las imágenes al momento de analizar, lo que se atribuye a la inexperiencia y a la tendencia a observar solo estructuras dentarias.

Respecto a la duración de las fijaciones sobre las imágenes, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio.

Al comparar la velocidad promedio de los movimientos sacádicos, el grupo de alumnos de sexto año obtuvo la mayor velocidad en relación a los otros grupos.

En cuanto al número de fijaciones en las áreas de interés, no se observaron diferencias significativas entre grupos, sin embargo, no todos los participantes reportaron dichas áreas como anomalías. Tampoco se observaron diferencias al comparar el tiempo que destinaron los grupos a observar las áreas de interés.

Al evaluar si existe una correlación entre la precisión de los diagnósticos y la cantidad de ramos reprobados, se observó que no existen diferencias significativas entre aquellos estudiantes que no han reprobado ninguna asignatura y aquellos que sí.

Se observó que existe una relación entre la precisión en el diagnóstico y la experiencia clínica al comparar radiólogos y estudiantes. Sin embargo, no se observaron diferencias entre los grupos de tercer y sexto año, por lo que la experiencia clínica que tienen los estudiantes de sexto año, en comparación al grupo de tercero que no la tiene, no genera una mayor capacidad para diagnosticar correctamente una radiografía panorámica.

En cuanto al nivel de confianza y la precisión de los diagnósticos, se observó que no existe una correlación en el grupo de tercer año y en el de radiólogos, mientras que sí se observó correlación en el grupo de sexto año.

Para obtener resultados satisfactorios luego del análisis de una ortopantomografía, es necesario aumentar el entrenamiento de los estudiantes e incentivarlos a adoptar un patrón de análisis determinado que permita observar todas las estructuras presentes en la imagen, y así, compararlas con sus respectivas estructuras contralaterales para descartar asimetrías.

También se requiere reforzar conocimientos de anatomía maxilofacial para aplicar estos conceptos a la radiografía, de esta forma se podrá identificar claramente a que corresponde cada elemento radiográfico y tener la capacidad de distinguir estructuras normales de otras anormales.

En este estudio se identificaron diferentes patrones de análisis por parte de los radiólogos. Todos estos patrones demostraron ser efectivos, ya que todos los especialistas fueron capaces de identificar las anomalías, lo que nos permite afirmar que no hay un patrón mejor que otro. Por consiguiente, consideramos

que se debe utilizar cualquier patrón o secuencia de análisis señalada en este estudio que le acomode al observador, siempre y cuando este le permita abarcar la totalidad de la imagen y no obviar alteraciones.

9. LIMITACIONES Y SUGERENCIAS

- La principal observación realizada por los participantes fue que en varias imágenes no se podían observar claramente todas las estructuras. Sugerimos la selección y utilización de imágenes radiográficas previamente editadas, de tal forma que permitan ver todas las estructuras de forma clara, con buen brillo y contraste.
- Pese a especificar que el análisis debía realizarse sin saber antecedentes de los pacientes (edad, sexo, historia clínica), muchos de los radiólogos solicitaban reiteradas veces estos datos para realizar su análisis, indicando que no les era posible realizar una hipótesis diagnóstica basándose solo en la imagen.
- Si bien dimos indicaciones a los participantes de evitar mover la cabeza luego de ser calibrados, durante el análisis su posición no se mantenía estable. Esto generó varias descalibraciones en algunos sujetos obteniendo resultados erróneos. Sugerimos considerar el uso de un cefalostato para próximos estudios, o algún aparato similar que permita mantener la posición de la cabeza estable.

10. RESUMEN

Objetivo: Analizar y comparar las estrategias de los estudiantes y radiólogos orales y maxilofaciales al ver ortopantomografías. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en donde 30 estudiantes de odontología y 10 especialistas en radiología analizaron 12 panorámicas que se presentaron de forma aleatoria y mediante un sistema *eye tracking* se les realizó el seguimiento del análisis radiográfico. **Resultados:** Se recopilaron datos sobre la duración total de las observaciones de los participantes, la distancia total abarcada, número de fijaciones dentro y fuera del área de interés y velocidad de movimientos sacádicos. En cuanto a trayectoria solo los radiólogos mostraron un patrón definido que mantuvieron en todas las radiografías y obtuvieron la mayor cantidad de diagnósticos correctos, mientras que tercer año fue el que obtuvo menos. La mayor cantidad de fijaciones dentro del área de interés la obtuvieron radiólogos y estudiantes de sexto año. En cuanto a velocidad de movimientos sacádicos sexto año fue el más veloz. No se encontraron diferencias significativas en el número de fijaciones y duración de estas en las áreas de interés. En cuanto a la cantidad de ramos reprobados, esta no tiene relación con la precisión de las respuestas. En cuanto a experiencia clínica, existe relación con la precisión de las respuestas, sin embargo no hubo diferencias significativas entre los estudiantes de distintos cursos. Existe correlación entre la precisión del diagnóstico y el nivel de confianza en los alumnos de sexto año, lo contrario se observó en los otros grupos de estudio. **Conclusiones:** Los estudiantes no presentan un patrón definido al momento de interpretar imágenes radiográficas y su capacidad para diagnosticar correctamente las anomalías es menor que la de los radiólogos. Esto se puede deber a que, al no tener una metodología, pasan por alto alteraciones que no son evidentes, por lo que se hace necesario que los alumnos adquieran tempranamente un protocolo de observación de OPG con un patrón establecido, que les asegure un análisis eficiente y sistemático.

Aim: To analyze and compare the strategies that dental students and oral and maxillofacial radiologists use when looking at panoramic radiographs. **Materials and methods:** A cross-sectional descriptive study was carried out, in which 30 dental students and 10 radiology specialists analyzed and described 12 panoramic images that were presented randomly through an eye tracking system. **Results:** Data were collected on the total duration of the analysis of the participants, the total distance covered, number of fixations inside and outside the area of interest and speed of saccades. In terms of trajectory, only experts used a pattern to observe the images, which they maintained throughout the test,

and obtained the highest number of correct diagnoses while third year students obtained the least. The highest number of fixations within the area of interest was obtained by radiologists and sixth-year students. As for speed of saccadic movements sixth year was the fastest. No significant differences were found in the number of fixations and their duration in the areas of interest. As for the number of failed branches, this is not related to the accuracy of the answers. Regarding clinical experience, there is a relationship with the accuracy of the answers, however there were no significant differences between students of different courses. There is a correlation between the accuracy of the diagnosis and the level of confidence in sixth year students, the opposite was observed in the other study groups. **Conclusions:** Students do not have a defined pattern when interpreting images, and their ability to correctly diagnose abnormalities is less than that of radiologists. This may be because, by not having a systematic way to observe radiographs, they tend to overlook alterations that are not obvious. That is why the students need to get an early observation protocol with an established pattern, to analyze an orthopantomography correctly.

REFERENCIAS

1. Herrera A. *Importancia de la correlación clínica, patológica y radiográfica*, volumen 38 ed. Revista de Actualización Clínica: 1852-1852; 2013.
2. Quirós O, Quirós J. *Radiología digital: Ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura*. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria: Agosto 2005.
3. Borrás C. *El papel de la radiología diagnóstica y terapéutica en el campo de la salud pública*. Rev.Panam. Salud Pública. 2006.
4. Farman A. *Panoramic radiology*. Heidelberg: Springer; 2010.
5. Lurie A. Oral Radiology: Principles and Interpretation by Stuart White and Michael Pharoah. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2005;(5):191.
6. Turgeon D. The Influence of Experience and Training in the Examination Pattern of Panoramic Radiographs: Results of an Eye Tracking Study [MSc]. University of Toronto; 2014
7. Langland O. Panoramic radiology. Philadelphia: Lea &Febiger; 1989.
8. Whaites E. Essentials of dental radiography and radiology. 4th ed. Elsevier: R Cawson; 2019.
9. Tugnait A, Carmichael F. Use of Radiographs in the Diagnosis of Periodontal Disease. Dental Update. 2005;32(9).
10. Semenoff L, Semenoff T, Pedro F, Volpato E, Machado M, Borges Á et al. Are Panoramic Radiographs Reliable to Diagnose Mild Alveolar Bone Resorption?. ISRN Dentistry. 2011;2011:1-4.
11. Khalifa H. The effectiveness of systematic search strategy training for the analysis of panoramic images. [MSc]. University of Toronto; 2013.
12. Gegenfurtner A, Lehtinen E, Säljö R. Expertise Differences in the Comprehension of Visualizations: a Meta-Analysis of Eye-Tracking

Research in Professional Domains. *Educational Psychology Review*. 2011;23(4):523-552.

13. Baghdady M, Carnahan H, Lam E, Woods N. Dental and dental hygiene students' diagnostic accuracy in oral radiology: effect of diagnostic strategy and instructional method. *J Dent Educ*. 2014;78(9):1279-85.
14. Evans C. The Use of Consensus Methods and Expert Panels in Pharmacoeconomic Studies. *Pharmacoeconomics*. 1997;12(2):121-129.
15. Brooks L, Norman G, Allen S. Role of specific similarity in a medical diagnostic task. *Journal of Experimental Psychology: General*. 1991;120(3):278-287.
16. Poole A, Ball L.. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: current status and future prospects. *Encyclopedia of human computer interaction*, 211-219, 2005.
17. Duchowski A. *Eye Tracking Methodology Theory and Practice*. 3rd ed. Clemson SC: Springer International Publishing AG; 2017
18. Hollevoet D. Using an eye-tracker to Measure panoramic interpretation efficiency between experienced and inexperienced clinicians. [Master of Science]. University of Minnesota; 2011.
19. Turgeon D, Lam E. Dental Students' Examination Performance Regarding Panoramic Images. *Journal of Dental Education*. 2015;Volume 80(2):156-164.
20. González L, Velázquez J. Una Aplicación de Herramientas de Eye-Tracking para Analizar las Preferencias de Contenido de los Usuarios de Sitios Web. *Revista de Ingeniería de Sistemas*. 2012;26(1):95-118.
21. Meyer AND, Payne VL, Meeks DW, Rao R, Singh H. Physicians' Diagnostic Accuracy, Confidence, and Resource Requests: A Vignette Study. *JAMA Intern Med*. 2013;173(21):1952–1958

ANEXO 1: Cuestionario previo

Cuestionario previo

Ficha de registro de datos

Sin título

Código alumno

Tu respuesta

Sexo

Mujer

Hombre

Edad

Tu respuesta

Curso

Tercer año

Sexto año

¿Ha reprobado alguna asignatura?

Sí

No

¿Se encuentra radiología dentro de las asignaturas reprobadas?

- Sí
- No

En caso de haber reprobado radiología, ¿cuántas veces rindió la asignatura?

- 2
- 3

¿Con qué promedio aprobó radiología? (Promedio entre rayos I y II)

Tu respuesta

¿Se encuentra patología dentro de las asignaturas reprobadas?

- Sí
- No

En caso de haber reprobado patología, ¿cuántas veces rindió la asignatura?

- 2
- 3

¿Cual fue su promedio de patología?

Tu respuesta

¿Ha reprobado algún ramo clínico?

- Sí
- No

Indique qué ramos clínicos ha reprobado y cuantas veces dio cada uno

Tu respuesta

¿Cual es su promedio final de todas las asignaturas hasta el momento?

ANEXO 2: Cuestionario de respuestas sobre el análisis

¿Existe anomalía? *

- Sí
- No

Si existe(n) anomalía(s), ¿en qué sextante de la imagen se encuentra?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Selecciona la(s) anomalía(s) que observa en la imagen:

- Alteración del seno maxilar
- Alteración dentaria
- Alteración articular
- Lesión radiolúcida
- Lesión radiopaca
- Reabsorción ósea

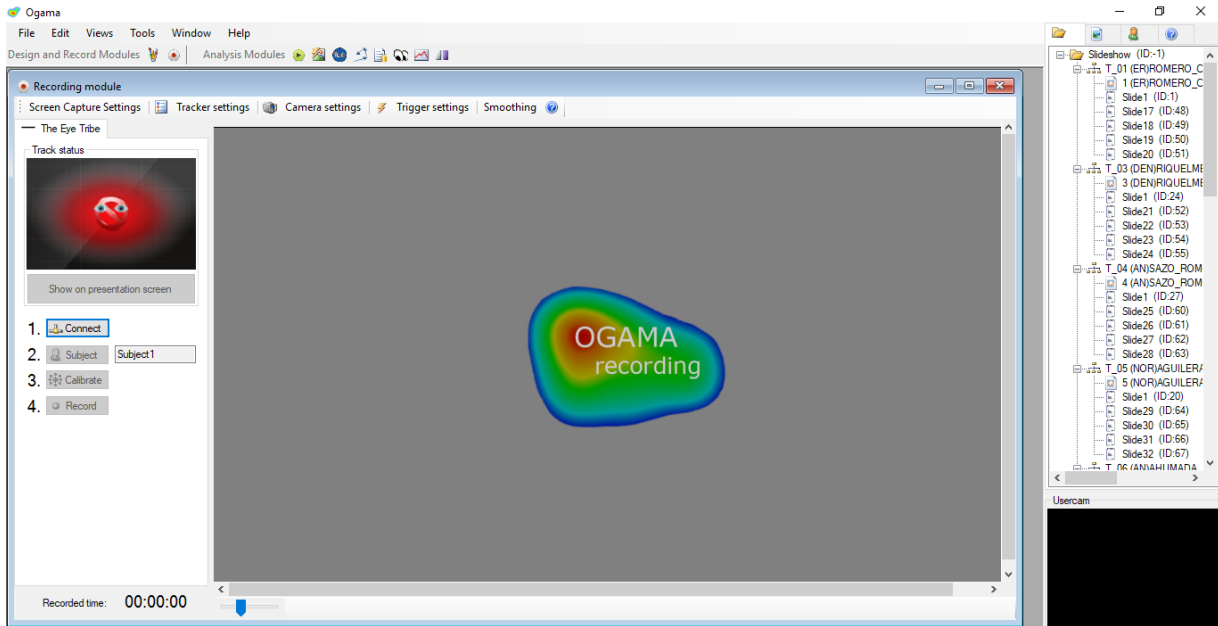
En una escala de 1 a 6, califique su nivel de confianza con respecto a su diagnóstico

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

ANEXO 3: Disposición del computador y *EyeTracker* para la toma de muestras

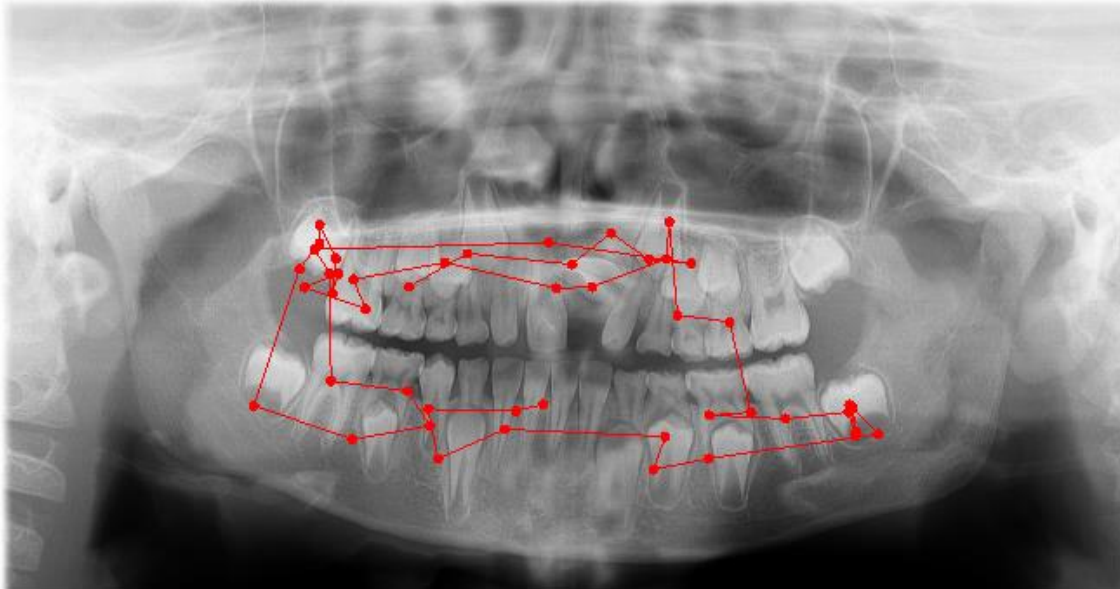


ANEXO 4: Software utilizado para la recolección de datos (OGAMA)

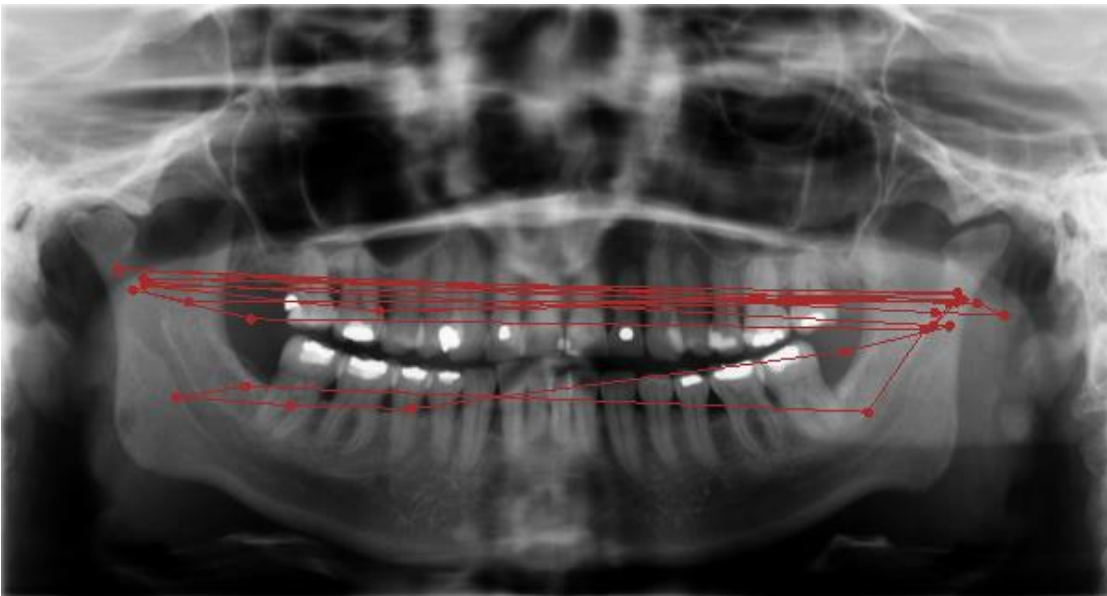


ANEXO 5: Tipos de patrones de análisis identificados

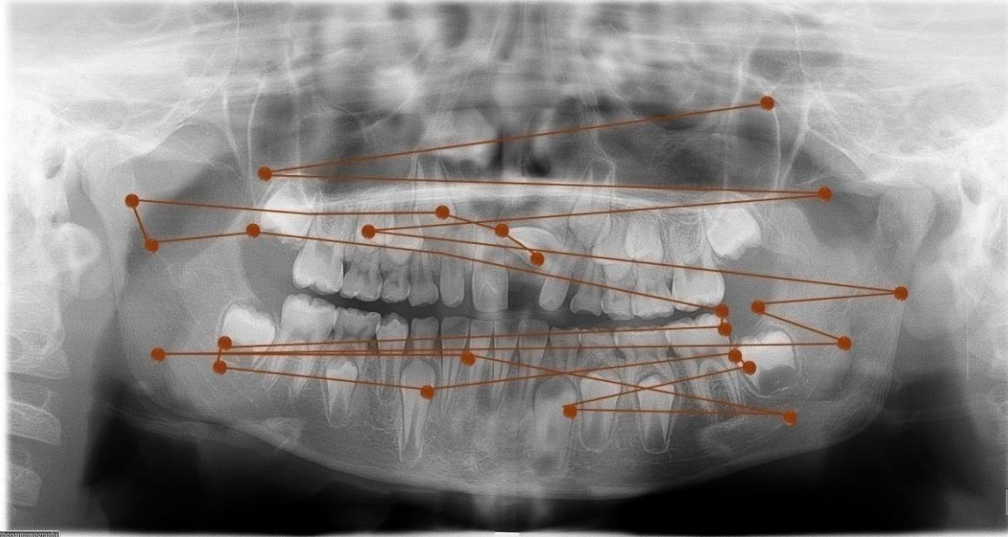
- Patrón circular



- Patrón lineal



- Patrón zigzagueante



- Patrón indefinido

