



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**

**ERRORES DIAGNÓSTICOS EN RADIOLOGÍA MAXILOFACIAL.
REVISIÓN NARRATIVA DE LA LITERATURA.**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

**ALUMNA: BÁRBARA ANDREA GONZÁLEZ ROJAS
PROFESOR GUIA: DR. ALEJANDRO HIDALGO RIVAS**

Talca- Chile
2018

**AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
DE MEMORIAS DE PREGRADO Y TESIS DE POSTGRADO**

Yo, **Bárbara Andrea González Rojas**, cédula de Identidad N° **18360184-9**
autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, (SI autorizo a la Universidad de Talca para publicar
en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la Ley N° 20.435 que modifica la Ley N° 17.336 sobre Propiedad
Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis:	Errores diagnósticos en radiología maxilofacial. Revisión narrativa de la literatura.
Unidad Académica:	Departamento de Estomatología
Carrera o Programa:	Odontología
Título y/o grado al que se opta:	Cirujano Dentista
Nota de calificación	6,5

Timbre Escuela



**Firma de
Alumno**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bárbara A. González Rojas", written over a horizontal line.

Rut:

18.360.184 - 9

Fecha:

04 / 03 / 19

DEDICATORIA

A mis papás por su sencillez y por entregarme valores y enseñanzas que me han acompañado en el transcurso de mi carrera universitaria, y que continuarán conmigo en mi carrera profesional.

A mi familia, por acompañarme y ser un soporte en los momentos de flaqueza.

A las amigas que me ha dejado este proceso universitario, por los momentos y sentimientos compartidos en estos años de formación.

A todos y cada uno de los que han contribuido, con algún granito de arena, en estos años universitarios.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Alejandro Hidalgo Rivas, por ser una parte importante de este proceso y su disposición a ayudar desde el comienzo. Por su generosidad y humildad al compartir sus conocimientos. Por la pasión y disciplina con la que realiza su trabajo y por compartir anécdotas y experiencias, que quedarán más allá del término de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
CAPÍTULO 1	1
1.1 Introducción	1
CAPÍTULO 2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO	5
3.1 Radiología en odontología	5
3.2 Examen radiográfico como examen complementario en odontología.....	6
3.3 Errores en radiología maxilofacial	7
3.3.1 Errores de preprocesamiento.....	9
3.3.1.1 Solicitud del examen radiográfico	10
3.3.1.2 Cuidados de los receptores	13
3.3.1.2.1 Condiciones de almacenamiento de las películas radiográficas.....	13
3.3.1.2.2 Cuidados de receptores digitales	16
3.3.2 Errores en procedimiento de obtención de la imagen radiográfica.....	18
3.3.2.1 Técnica radiográfica	19
3.3.2.2 Examen correcto en el paciente correcto	21

3.3.2.3	Lateralidad	22
3.3.2.4	Medicación.....	23
3.3.3	Errores diagnósticos	28
CAPÍTULO 4	MATERIALES Y MÉTODO	30
CAPÍTULO 5	RESULTADOS ERRORES DIAGNÓSTICOS.....	31
5.1	Factores implicados en los errores diagnósticos	32
5.2	Errores de interpretación de imágenes	34
5.2.1	Factores del sistema	35
5.2.1.1	Condiciones de iluminación ambiental.....	35
5.2.1.2	Condiciones de observación	40
5.2.1.2.1	Diagnóstico de radiografías análogas	42
5.2.1.2.2	Uso y características del negatoscopio	42
5.2.1.2.3	Magnificación de imagen	44
5.2.1.2.4	Enmascaramiento periférico de películas radiográficas	45
5.2.1.2.5	Diagnóstico de radiografías digitales	46
5.2.1.2.6	Especificaciones técnicas del monitor.....	47
5.2.1.2.7	Uso de dispositivos electrónicos	50
5.2.1.2.8	Impresión de imágenes radiográficas digitales	51
5.2.1.2.9	Herramientas de mejora de imagen	53
5.2.1.2.10	Detección asistida por computador (CAD del inglés <i>computer aided detection</i>).....	56
5.2.1.3	Volumen de trabajo.....	58
5.2.1.4	Jornada de trabajo	59
5.2.1.5	Distracciones ambientales.....	60

5.2.2	Factores relacionados con el radiólogo	61
5.2.2.1	Fatiga	62
5.2.2.1.1	Fatiga visual	63
5.2.2.1.2	Fatiga mental	68
5.2.2.1.3	Fatiga musculoesquelética.....	69
5.2.2.2	Ritmo de diagnóstico	70
5.2.2.3	Interpretación	73
5.2.2.4	Satisfacción de búsqueda.....	77
5.2.2.5	Banco de memoria	78
5.2.2.6	Experiencia del radiólogo	79
5.3	Errores en la elaboración y entrega del informe radiográfico.....	82
5.3.1	Factores relacionados con la transcripción	85
5.3.1.1	Dictáfono y sistema de reconocimiento de voz	85
5.3.2	Factores relacionados con la comunicación de resultados.....	90
5.3.2.1	Estructura del informe radiográfico.....	92
5.3.2.2	Reporte de hallazgos.....	94
5.3.2.3	Palabras utilizadas.....	95
5.3.2.4	Revisión de informes radiográficos	97
CAPITULO 6 DISCUSIÓN.....		99
CAPÍTULO 7 CONCLUSIÓN		109
CAPÍTULO 8 RESUMEN.....		110
CAPÍTULO 9 ABSTRACT		111
CAPÍTULO 10 REFERENCIAS		112

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ERRORES EN RADIOLOGÍA MAXILOFACIAL EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO RADIOGRÁFICO.....	8
FIGURA 2: ERRORES DE PREPROCESAMIENTO	10
FIGURA 3: ARTEFACTO EN FORMA DE ÁRBOL.....	15
FIGURA 4: IMAGEN RADIOGRÁFICA OBTENIDA CON UNA PELÍCULA RADIOGRÁFICA VENCIDA.....	15
FIGURA 5: SENSOR DE ESTADO SÓLIDO.....	16
FIGURA 6: SENSOR PSP (<i>photostimulable phosphor plates</i>).....	17
FIGURA 7: LINEA EN LA RADIOGRAFÍA EN TERCIO APICAL DE DIENTE 1.1 GENERADA POR GRIETA O RAYA EN EL RECEPTOR QUE PUEDE INDUCIR A ERRORES DIAGNÓSTICOS	17
FIGURA 8: ERRORES EN PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA	19
FIGURA 9: PELÍCULA RADIOGRÁFICA EXPUESTA A RADIACIÓN POR EL LADO INVERSO. SE OBSERVA UN PATRÓN VISIBLE EN RELIEVE.....	22
FIGURA 10: SIALOGRAFÍA DE GLÁNDULA SUBMANDIBULAR.....	23
FIGURA 11: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO, 59 MESES POSTERIOR A LA SIALOGRAFÍA. SE OBSERVA EL MEDIO DE CONTRASTE QUE SE HA ESCAPADO DEL CONDUCTO DE LA GLÁNDULA PARÓTIDA IZQUIERDA.	25
FIGURA 12: IMAGEN DE "SILENCIO DUCTAL".....	26
FIGURA 13: A LA IZQUIERDA SE OBSERVA RETENCIÓN DE LIPIODOL 8 MESES DESPUÉS DE UNA SIALOGRAFÍA DE GLÁNDULA PARÓTIDA DERECHA. A LA DERECHA, EL MISMO PACIENTE, 49 MESES DESPUÉS DE LA SIALOGRAFÍA. .	27
FIGURA 14: FACTORES IMPLICADOS EN ERRORES DIAGNÓSTICOS	31

FIGURA 15: FACTORES IMPLICADOS EN ERRORES DIAGNÓSTICOS (DETALLE)	33
.....	
FIGURA 16: FACTORES DEL SISTEMA	35
FIGURA 17: FOTÓMETRO SEKONIC L-308 S SEKONIC, TOKYO JAPÓN	37
FIGURA 18: CONDICIONES DE OBSERVACIÓN	41
FIGURA 19: APARATO QUE COMBINA EL ENMASCARAMIENTO PERIFÉRICO CON SISTEMA DE MAGNIFICACIÓN DE IMAGEN EN RADIOGRAFÍAS ANÁLOGAS.....	46
FIGURA 20: HERRAMIENTAS DE MEJORA DE IMAGEN: BRILLO Y CONTRASTE.	53
FIGURA 21: FILTROS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	55
FIGURA 22: UTILIZACIÓN DE CAD PARA MEDIR EL GROSOR DE LA CORTICAL MANDIBULAR EN RADIOGRAFÍA PANORÁMICA.....	57
FIGURA 23: FACTORES RELACIONADOS CON EL RADÍÓLOGO	61
FIGURA 24: TIPOS DE FATIGA.....	62
FIGURA 25: EFECTO McCOLLUGH	65
FIGURA 26: POSICIÓN CORRECTA PARA DIAGNOSTICAR LAS RADIOGRAFÍAS EN UN MONITOR.....	67
FIGURA 27: ERRORES EN LA ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME RADIOGRÁFICO	84
FIGURA 28: FACTORES RELACIONADOS CON LA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS.....	91
FIGURA 29: SISTEMA AUTOHOTKEY	97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PAUTAS EXISTENTES PARA LA ILUMINACIÓN AMBIENTAL AL REALIZAR EL DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO EN MEDICINA.	38
TABLA 2: RECOMENDACIONES INTERNACIONALES PARA LA ILUMINACIÓN DEL NEGATOSCOPIO.	43
TABLA 3: ESPECIFICACIONES MÍNIMAS E IDEALES PARA UN MONITOR DE OBSERVACIÓN EN TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS DE HAZ CÓNICO EN ODONTOLOGÍA.	48

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

Al poco tiempo del descubrimiento de los rayos X se les dio un uso práctico a las radiografías en odontología, y desde ese momento, los rayos X han cumplido un rol fundamental como apoyo al clínico en el área de la salud (Whaites & Drage, 2014, Hubar, 2017).

En odontología, las radiografías se utilizan tanto en el diagnóstico y monitoreo de enfermedades, como para evaluar el desarrollo dentofacial y el progreso o pronóstico de un tratamiento (American Dental Association, 2012). Por lo tanto, se considera al examen radiográfico como un examen complementario que sumado al examen clínico, permite llegar a un diagnóstico certero y oportuno (Freitas *et al.*, 2002).

Para realizar el diagnóstico radiográfico se deben desarrollar distintas etapas del proceso radiográfico, las cuales deben ser cuidadosamente ejecutadas, ya que de lo contrario se pueden generar errores, los cuales pueden ser acumulativos (Whaites & Drage, 2014). Estos errores están condicionados por diferentes factores que deben controlarse, por ejemplo, las condiciones óptimas de observación y el entrenamiento que debe tener el radiólogo maxilofacial (European Commission, 2004).

Los errores diagnósticos son aquellos que se originan después de la adquisición de las imágenes radiográficas y pueden dar como resultado morbilidad y mortalidad del paciente (Waite *et al.*, 2017a). Si bien la importancia de estos errores no siempre es percibida (Waite *et al.*, 2017a), se puede establecer una aproximación de los errores diagnósticos en radiología a través de demandas o reclamos de pacientes insatisfechos (Ortega & García, 2002). Por lo tanto, la principal razón de saber acerca de cómo y por qué se producen los errores diagnósticos es prevenirlos. Con ello es posible mejorar la atención del paciente, asegurando un mejor pronóstico (Pinto, 2010). La identificación del error diagnóstico y su reducción proporciona eficacia al sistema de salud, ya que puede reducir la morbilidad, mortalidad, duración de hospitalizaciones y costos referidos a atención médica adicional (Pinto *et al.*, 2011).

Si bien existe información en la literatura con respecto a los errores diagnósticos en imagenología médica (Chang *et al.*, 2011, Waite *et al.*, 2017a), en el área de la radiología maxilofacial esta información es limitada (Waite *et al.*, 2016, Cruz *et al.*, 2018, Patel *et al.*, 2000). Los errores diagnósticos en radiología maxilofacial ha sido un tema poco investigado, a pesar de la importancia que tiene (Pinto *et al.*, 2011) y en Chile no existen artículos publicados al respecto.

El propósito de la presente memoria es analizar los errores diagnósticos en radiología maxilofacial, a través de una revisión narrativa de la literatura.

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar los tipos de errores diagnósticos en radiología maxilofacial, a través de una revisión narrativa de la literatura.

2.2 Objetivos específicos

- Describir los errores diagnósticos que se pueden producir en la etapa de diagnóstico radiográfico en radiología maxilofacial.
- Identificar los factores implicados en la generación de errores diagnósticos y cómo se pueden intervenir para prevenir o disminuir los errores diagnósticos en radiología maxilofacial.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1 Radiología en odontología

La radiología comienza con el descubrimiento de los rayos X por Roentgen el año 1895 (Whaites & Drage, 2014). El profesor Walter König y el dentista Dr. Otto Walkoff en Alemania y el Dr. Frank Harrison, dentista de Inglaterra, fueron los primeros en reportar haber tomado radiografías dentales, luego del descubrimiento de Roentgen (Hubar, 2017). En Chile, las primeras radiografías dentales se tomaron a partir de 1912 en casos en que los datos clínicos no revelaban un diagnóstico claro (San Pedro, 1983).

El descubrimiento de los rayos X revolucionó las capacidades de diagnóstico en medicina y odontología, lo que permitió que la radiología se insertara como una tecnología importante en las profesiones de la salud desde entonces hasta la actualidad (Freitas *et al.*, 2002). Actualmente, los estudios radiográficos son parte integral de la práctica clínica odontológica, ya que éstos son la principal ayuda del clínico (Whaites & Drage, 2014).

La radiología puede realizarse de manera análoga y digital. Éstas, utilizan distintos receptores para la obtención del examen radiográfico. Se pueden utilizar receptores análogos llamados películas radiográficas y receptores digitales o sensores, permitiendo ambos métodos un diagnóstico adecuado (American Dental Association, 2012).

Algunas de las funciones de los exámenes radiográficos son identificar la presencia o ausencia de alguna enfermedad, proporcionar información sobre la naturaleza y extensión de la misma y permitir la elaboración de un diagnóstico diferencial (Whaites & Drage, 2014). Por este motivo, los exámenes radiográficos son importantes como examen complementario (Freitas *et al.*, 2002).

3.2 Examen radiográfico como examen complementario en odontología

En odontología, al igual que en medicina, se debe realizar en primera instancia el examen clínico, seguido por exámenes complementarios, ya sea radiográficos o de laboratorio, cuando se requieran (Freitas *et al.*, 2002).

Los exámenes radiográficos tanto bi como tridimensionales, extra o intraorales se utilizan habitualmente en procedimientos de diagnóstico, planificación de tratamientos, así como control de los mismos. Se usan en disciplinas odontológicas como endodoncia, implantología, patología oral, cirugía, ortodoncia, pediatría, periodoncia, prótesis (Hubar, 2017). El examen radiográfico permite observar variadas anormalidades, que clínicamente pudiesen pasar inadvertidas (Whaites & Drage, 2014). Algunas de ellas son alteraciones en la dentición, enfermedad periodontal, anormalidades del crecimiento y desarrollo, alteraciones en los tejidos periapicales, patologías óseas, trastornos temporomandibulares, evaluación de implantes, identificación de cuerpos extraños, entre otros (Hubar, 2017).

Para que el examen radiográfico tenga valor, debe permitir un diagnóstico radiográfico certero (American Dental Association, 2004). Para que esto se cumpla es necesario que el profesional siga una adecuada sistemática de diagnóstico radiográfico, que incluya una correcta crítica del negativo, para determinar si las radiografías obtenidas son de calidad suficiente como para ser diagnosticadas (Acharya *et al.*, 2015). Además, el diagnóstico radiográfico debe realizarse en ciertas condiciones ideales, por ejemplo, condiciones de iluminación y observación (Heo *et al.*, 2008). Sin embargo, el proceso de diagnóstico radiográfico, con frecuencia puede limitarse a una mirada rápida de la radiografía, en condiciones de iluminación y observación inadecuadas (Whaites & Drage, 2014). Es por este motivo que se generan errores diagnósticos.

3.3 Errores en radiología maxilofacial

El error en radiología es frecuente (González Vásquez, 2016), aunque hay discrepancias en torno a cifras exactas en que los errores ocurren. Algunos autores reportan errores en informes radiográficos médicos en un 3 a 5% de los estudios informados (Brady, 2017). Otros señalan que ocurren en un 25 a 30%, detallando además que el radiólogo se equivoca 3 a 6 veces al día (Ortega & García, 2002). Los errores diagnósticos en radiología médica, tanto falsos positivos (diagnosticar una enfermedad o anomalía cuando ésta no existe) como falsos negativos (no diagnosticar una enfermedad o anomalía que está presente), alcanzan un 30% y esta cifra ha cambiado muy poco en los últimos 50 años (Stec *et al.*, 2018). Se ha observado además, que existe mayor cantidad de errores diagnósticos en estudios más específicos, tales como mamografías (61% de error diagnóstico), tomografías computarizadas (TC) de pacientes oncológicos (31 a 37%), resonancias magnéticas (RM) en estudios neurorradiológicos (13 a 21%) (Brady, 2017). En el área de radiología

maxilofacial no se encontró artículos que describan en qué porcentaje se presentan los errores diagnósticos. Los distintos tipos de errores pueden ser acumulativos, ya que un error en las etapas iniciales del proceso radiográfico puede ocasionar errores en etapas posteriores.

Según Jones et al, más del 62% de los errores en radiología médica ocurren en otra etapa del proceso radiográfico que no necesariamente es la etapa de diagnóstico radiográfico (Waite *et al.*, 2017a). En la presente investigación, producto de la revisión de la literatura se propone que los errores en radiología maxilofacial que ocurren durante el proceso radiográfico, pueden presentarse en cualquiera de sus tres etapas: etapa de preprocesamiento, etapa de obtención de la imagen radiográfica y etapa de diagnóstico radiográfico (FIGURA 1).



FIGURA 1: ERRORES EN RADIOLOGÍA MAXILOFACIAL EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO RADIOGRÁFICO

Las etapas del proceso radiográfico corresponden a una adaptación de distintas clasificaciones encontradas en la literatura en relación con radiología médica (Brady, 2017, Bruno *et al.*, 2015, González Vásquez, 2016, Goyoaga Elizalde, 2012, Waite *et al.*, 2017a). No se encontró una clasificación para el área de radiología maxilofacial.

Es importante analizar las etapas de preprocesamiento y de obtención de la imagen radiográfica, así como los errores de preprocesamiento y errores en procedimiento de obtención de la imagen radiográfica. Los errores de preprocesamiento y de procedimiento de obtención de la imagen radiográfica pudiesen desencadenar errores diagnósticos en radiología maxilofacial.

3.3.1 Errores de preprocesamiento

La etapa de preprocesamiento se refiere al proceso previo a la toma del examen radiográfico. Los errores que se pueden generar en esta etapa involucran la solicitud del examen radiográfico y cuidados de los receptores. Este último se divide en condiciones de almacenamiento de las películas radiográficas y cuidados de los receptores digitales (FIGURA 2).



FIGURA 2: ERRORES DE PREPROCESAMIENTO

3.3.1.1 Solicitud del examen radiográfico

En la etapa de preprocesamiento el tratante que evalúa al paciente se formula una pregunta clínica, y la comunica a través de la solicitud del examen radiográfico (Waite *et al.*, 2017a). Es decir, el tratante completa la solicitud del examen radiográfico, mencionando la indicación del examen y lo que desea observar.

Una solicitud del examen radiográfico bien indicada, permite cumplir con el principio de protección radiológica de justificación del examen (European Commission, 2004, Horner & Eaton, 2013). Este principio de justificación establece que cualquier examen de rayos X debe mostrar un mayor beneficio para el paciente, que el potencial riesgo producto de la exposición a radiaciones ionizantes (European Commission, 2004).

Un error en la solicitud del examen radiográfico puede ser el solicitar un examen que no necesariamente sea el indicado para resolver la pregunta clínica (European Commission, 2004). Por ejemplo, indicar una radiografía periapical si se desea evaluar posibles caries proximales.

El error de preprocesamiento también puede estar generado por una solicitud del examen radiográfico incompleta o con datos erróneos (Waite *et al.*, 2017a). Una solicitud del examen radiográfico incompleta puede derivar en una exposición excesiva a radiaciones ionizantes (Waite *et al.*, 2017a). Por ejemplo, en caso de que no esté escrito el propósito del examen y la radiografía solicitada no esté bien indicada por el clínico. Así, el radiólogo no puede verificar si el examen está justificado, por lo que podría tomar el examen radiográfico sin saber que no tendrá rendimiento para lo que quiere observar el tratante. En este caso sería necesario tomar un nuevo examen radiográfico, una vez que el tratante solicite la radiografía adecuada. Una solicitud del examen radiográfico incompleta también puede generar diagnóstico tardío (Waite *et al.*, 2017a), debido a que información importante y necesaria para el diagnóstico puede haber no sido incluida. Por ejemplo, la historia clínica del paciente que sea necesaria para realizar el diagnóstico radiográfico (Robinson, 1997, European Society of Radiology, 2011), tales como antecedentes de traumatismos dentoalveolares, sintomatología y signos clínicos. La historia clínica puede mejorar la precisión de la percepción e interpretación radiográficas, ya que permite al radiólogo enfocarse en un área de interés o modificar una posible sospecha errónea (Waite *et al.*, 2017b).

Por otro lado, pudiese ocurrir que el examen radiográfico esté bien indicado, pero que no se hayan considerado los criterios clínicos que justifiquen dicho examen. Por ejemplo, indicar una radiografía bitewing para evaluar caries proximales cada 6 meses en pacientes con riesgo cariogénico bajo. Las radiografías bitewing sólo deben ser solicitadas en caso de existir dudas clínicas o cuando existe imposibilidad de evaluar clínicamente las superficies proximales (American Dental Association, 2004). Para evaluar la indicación de los exámenes radiográficos existen guías que ayudan al proceso de justificación del examen radiográfico (American Dental Association, 2004). Para ello se deben considerar la edad del paciente, tipo de dentición (temporal, de transición, permanente), riesgo cariogénico, presencia de caries, enfermedad periodontal, evaluación de crecimiento y desarrollo (American Dental Association, 2004). Estas guías también consideran otras categorías, como presencia de implantes y endodoncias para evaluar la pertinencia de solicitar las radiografías (American Dental Association, 2012).

A nivel odontológico, un estudio realizado en el Hospital de Curicó, evaluó el cumplimiento de la completación de la solicitud del examen radiográfico para exámenes intra y extraorales en dos dimensiones (2D) (Retamal, 2016). Dicho estudio encontró que menos de la mitad de las solicitudes del examen radiográfico contenían la siguiente información: nombre del paciente, edad del paciente, identificación del tratante que emite la solicitud y diagnóstico presuntivo (28,7 a 48,7%). El 4,2% de las solicitudes de exámenes radiográficos intraorales contenía toda la información solicitada; mientras que en las solicitudes de exámenes radiográficos extraorales el 11,3% contenía todos los datos requeridos. De manera similar, un estudio realizado en Talca evaluó la completación de solicitudes de exámenes de tomografía computarizada de haz cónico (González & Méndez, 2017). En este estudio se observó que sólo 2,2% de las solicitudes del examen radiográfico contenía toda la información solicitada. En dicha investigación hubo contenidos presentes en menos del 50% de las solicitudes del examen radiográfico. Estos contenidos fueron: medio de contacto del tratante, firma del tratante y diagnóstico. De hecho, el diagnóstico del paciente solo estuvo presente en un 40,3%, lo que es similar a lo encontrado por

Retamal, en su investigación en exámenes radiográficos en 2D (Retamal, 2016). El 15,2% de los exámenes de tomografía computarizada de haz cónico no estaban justificadas, posiblemente debido a que las solicitudes del examen radiográfico se encontraban incompletas (González & Méndez, 2017). Estas investigaciones mencionadas resaltan la importancia de la adecuada completación de la solicitud del examen radiográfico. Esto, debido a que si esta solicitud no está completa, el radiólogo no tiene todos los antecedentes que permitan justificar el examen, y tampoco cuenta con la información que le permita orientar su diagnóstico.

3.3.1.2 Cuidados de los receptores

La radiología análoga utiliza receptores análogos llamados películas radiográficas. La radiología digital utiliza receptores digitales o sensores. Estos sensores pueden ser de estado sólido o corresponder a placas de fósforo (PSP, del inglés *photostimulable phosphor plates*).

3.3.1.2.1 Condiciones de almacenamiento de las películas radiográficas

Otro error que se puede generar en la etapa de preprocesamiento está relacionado con el almacenamiento de las películas radiográficas (Whaites & Drage, 2014). Si este almacenamiento no es el adecuado, se puede generar deterioro de las películas radiográficas

a través del tiempo. Este deterioro se produce antes del uso de la película, y afecta la calidad de la imagen una vez que la radiografía es tomada y revelada.

Las condiciones ideales de almacenamiento de las películas radiográficas son:

- En un lugar con condiciones frías y secas. Lo ideal es que la temperatura no sobrepase los 20 grados Celsius (Alvarez, 2012).
- Alejadas de fuentes de radiación ionizante.
- Lejos de vapores químicos, como compuestos de mercurio.
- Con las cajas de embalaje apoyadas sobre el canto, para evitar artefactos por presión (Freitas *et al.*, 2002).

Las películas radiográficas deben almacenarse en condiciones ideales debido a que los materiales que componen estas películas son muy sensibles a la luz, los rayos X, gases y vapores (Hubar, 2017). Si las películas radiográficas son expuestas accidentalmente a la luz o radiación, generan la formación de imágenes como manchas o rayas. Para que esto no ocurra, las películas intraorales son embaladas individualmente en un paquete sellado, a prueba de luz, que también evita que la saliva del paciente contamine la emulsión de la película (Hubar, 2017). También se pueden generar marcas por roce o arañazos durante el almacenamiento de las películas radiográficas. La electricidad estática también causa defectos en la imagen radiográfica. La electricidad estática se debe a la acumulación de electrones en la emulsión y se hace más notoria en momentos de menor humedad. La forma en que se manifiesta la electricidad estática en las imágenes es como árbol (Farman, 2007) (FIGURA 3).

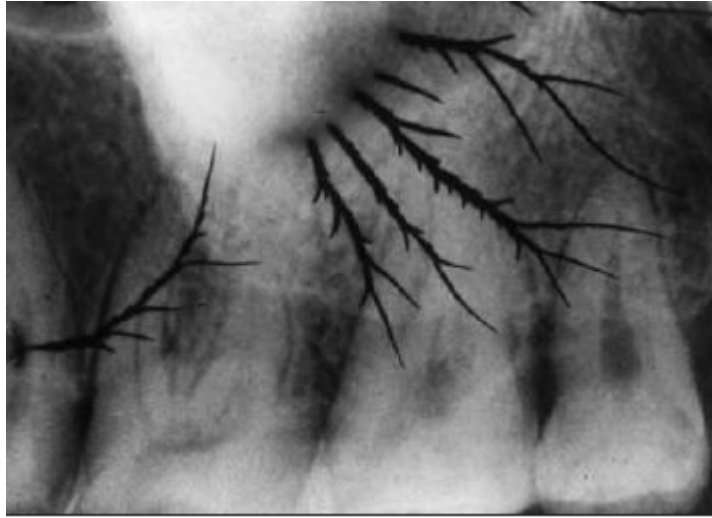


FIGURA 3: ARTEFACTO EN FORMA DE ÁRBOL.
TOMADO DE DENTAL RADIOGRAPHIC PITFALLS AND ERRORS (Farman, 2007)

También es importante fijarse en la fecha de caducidad de las películas radiográficas, ya que si éstas están vencidas, en la imagen radiográfica se pueden observar imágenes nebulosas (FIGURA 4). Sin embargo, la fecha de caducidad de las películas es un estimativo y no significa necesariamente que las películas radiográficas se vuelvan inutilizables inmediatamente ocurrida esta fecha (Whaites & Drage, 2014).



FIGURA 4: IMAGEN RADIOGRÁFICA OBTENIDA CON UNA PELÍCULA RADIOGRÁFICA VENCIDA.
TOMADA DE GUIDELINES 136 (European Commission, 2004).

Las imágenes nebulosas generan dificultad para ver detalles finos en la imagen radiográfica. Además, las caries se detectan con menos facilidad (European Commission, 2004), lo cual puede generar errores diagnósticos.

3.3.1.2.2 Cuidados de receptores digitales

En el caso de receptores digitales se deben hacer comprobaciones periódicas de su funcionamiento. En el caso de los sensores de estado sólido se debe verificar que no haya daño en el cable o la cubierta del receptor (Whaites & Drage, 2014). Éstos están protegidos dentro de una carcasa plástica, que protege el sensor contra daños (European Commission, 2004) (FIGURA 5).



FIGURA 5: SENSOR DE ESTADO SÓLIDO¹

En el caso de los sensores PSP (FIGURA 6), son muy vulnerables a los arañazos, por lo que se debe procurar no doblar o rayar la placa (Hubar, 2017), que se encuentra dentro del sobre protector, ya que se genera desgaste físico (Freitas *et al.*, 2002). Se debe verificar que no haya daño en la cubierta del sensor previo a la obtención de la imagen radiográfica (Whaites & Drage, 2014).

¹ Tomado de <https://www.dentalcare.com/en-us/professional-education/ce-courses/ce559/overview-of-intraoral-image-receptors>. Revisado el 20/12/2018



FIGURA 6: SENSOR PSP (*photostimulable phosphor plates*).
TOMADO DE INTRAORAL IMAGING: BASIC PRINCIPLES, TECHNIQUES AND
ERROR CORRECTION ²

En ambos tipos de receptores digitales, las grietas o rayas pueden ser interpretadas erróneamente al momento de realizar el diagnóstico de la imagen radiográfica. Las grietas o rayas pueden imitar objetos radiopacos como materiales de relleno endodóntico, ya que se ven como líneas o puntos blancos en la imagen (European Commission, 2004) (FIGURA 7).



FIGURA 7: LINEA EN LA RADIOGRAFÍA EN TERCIO APICAL DE DIENTE 1.1
GENERADA POR GRIETA O RAYA EN EL RECEPTOR QUE PUEDE INDUCIR A
ERRORES DIAGNÓSTICOS ³

² Tomado de <https://www.dentalcare.com/en-us/professional-education/ce-courses/ce559/overview-of-intraoral-image-receptors>. Revisado el 20/12/2018

³ Gentileza de Dr. Alejandro Hidalgo

Los sensores PSP que están dañados deben ser reemplazados. Además, no deben guardarse en el sobre protector durante largos períodos antes de ser utilizados, ya que la radiación alcanza la superficie de fósforo y le transfiere energía a los electrones, generando ruido, que corresponde a un punteado negro en la imagen radiográfica (European Commission, 2004). Además, después de que los sensores PSP estén expuestas, deben leerse lo antes posible, ya que cuando las placas se mantienen por más tiempo, especialmente cuando están expuestas a luz ambiental, la imagen latente se desvanece y la imagen resultante carece de contraste, impidiendo el diagnóstico radiográfico (European Commission, 2004).

3.3.2 Errores en procedimiento de obtención de la imagen radiográfica

Esta etapa comprende desde la preparación del paciente para obtener el examen radiográfico (Waite *et al.*, 2017a) hasta que se obtiene la imagen radiográfica. Se pueden generar diversos errores, que se presentan en la FIGURA 8.

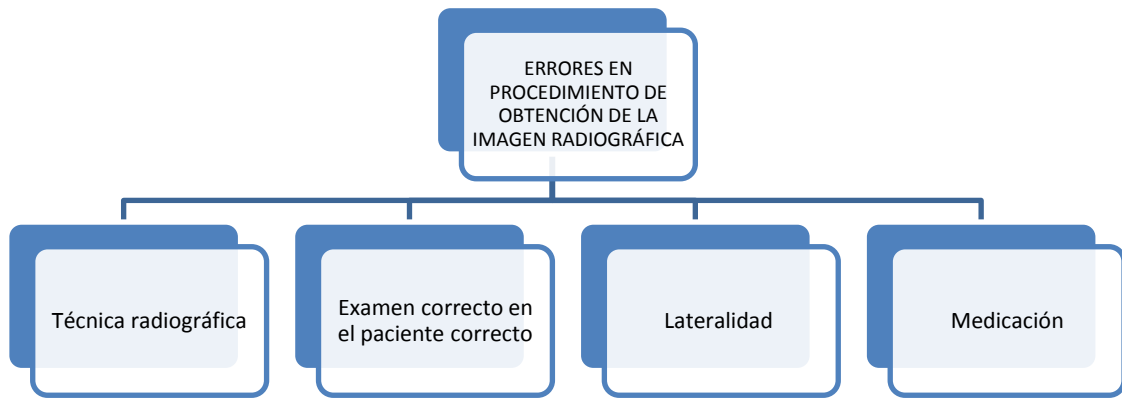


FIGURA 8: ERRORES EN PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA

3.3.2.1 Técnica radiográfica

Para asegurar una correcta técnica radiográfica se deben considerar aspectos relacionados con los procedimientos de obtención de la imagen radiográfica y también regular ciertos parámetros de exposición, tales como tiempo de exposición, voltaje y amperaje.

Los errores en procedimiento de obtención de la imagen radiográfica, pueden generar una mala calidad de la imagen radiográfica, que desencadene en un error diagnóstico. Brenner et al, determinaron que una mala calidad de imagen corresponde al 17% de los errores diagnósticos en los exámenes de mamografía (Waite *et al.*, 2017a). En el caso de las

técnicas radiográficas maxilofaciales 2D, la etapa de obtención de la imagen radiográfica es importante, debido a lo sensibles que son las radiografías a distorsiones, por una mala realización de la técnica (Whaites & Drage, 2014).

Con respecto a la regulación de parámetros de exposición, se deben considerar: selección del tiempo de exposición, voltaje y amperaje. Esto permite asegurar que las radiografías sean útiles para el diagnóstico y permitan cumplir con el principio de optimización. Este principio de protección radiológica implica exponer al paciente a la dosis de radiación más baja, que entregue una calidad de imagen que permita un correcto diagnóstico (European Commission, 2004). El tiempo de exposición se refiere al intervalo durante el cual se producen los rayos X, por lo tanto, un mayor tiempo de exposición produce mayor cantidad de rayos X transmitidos al paciente (Whaites & Drage, 2014). Por su parte, el voltaje, determina la velocidad de los electrones. Si el voltaje aumenta, los electrones tendrán mayor fuerza y energía, dando como resultado un haz de rayos X más penetrante. El amperaje se refiere a la cantidad de rayos X generados (Freitas *et al.*, 2002). Estos parámetros se regulan en función de las características específicas de cada paciente, buscando exponer al paciente a la menor radiación posible.

En relación a los errores en el procedimiento de obtención de la imagen radiográfica, las *Guidance Notes for Dental Practitioners on the Safe Use of X-ray Equipment de 2001* señalan que este tipo de errores hacen que la radiografía resulte inaceptable para establecer un diagnóstico radiográfico (National Radiological Protection Board, 2001). Por lo tanto, es importante que exista un control de calidad en el procedimiento de obtención de la imagen radiográfica (European Commission, 2004) para minimizar la probabilidad de errores diagnósticos.

3.3.2.2 Examen correcto en el paciente correcto

Es imprescindible asegurarse de realizar el examen radiográfico indicado en el paciente correcto (Sabih *et al.*, 2011). Es más probable equivocarse de paciente, si quien toma las radiografías está trabajando con varios pacientes de forma simultánea (Health Protection Agency, 2010). Equivocarse en este punto expone al paciente a radiación ionizante innecesaria (European Commission, 2004), ya que luego de tomar el examen radiográfico equivocado, se debe tomar el examen correcto. Además, este error puede producir un retraso en el diagnóstico del examen radiográfico. Este tipo de error puede generar una pérdida de confianza del paciente hacia la institución que brinda el servicio de radiografías dentales y maxilofaciales (Waite *et al.*, 2017a). Este tipo de errores nunca debiese ocurrir, por lo tanto, por baja que sea la frecuencia de eventos, se considera grave (Waite *et al.*, 2017a).

También pudiese ocurrir que se confundan los exámenes radiográficos y que se diagnostique un examen radiográfico con los datos de un paciente, cuando corresponden a otro paciente. Este sería un error grave, que pudiese tener implicancias clínicas importantes, en caso de llevar a cabo un tratamiento equivocado.

3.3.2.3 Lateralidad

Los errores de lateralidad ocurren cuando quien toma las radiografías confunde los lados del cuerpo al tomar el examen radiográfico, es decir, confundir el lado derecho con el izquierdo o viceversa. También puede generarse un error de lateralidad por equivocaciones en el etiquetado de los exámenes radiográficos posterior a la toma (Waite *et al.*, 2017a, Sabih *et al.*, 2011), por ejemplo al ordenar erróneamente las radiografías intraorales, para su posterior diagnóstico (Freitas *et al.*, 2002). En ambos casos, puede ocurrir que el diagnóstico realizado posteriormente por el radiólogo sea equivocado, si no se da cuenta del error. También puede tomarse la radiografía confundiendo el lado de la película, al posicionarla por el lado inverso y exponiéndola a la radiación (Farman, 2007). En esta situación se observa un patrón visible en relieve en la película radiográfica (FIGURA 9).



FIGURA 9: PELÍCULA RADIOGRÁFICA EXPUESTA A RADIACIÓN POR EL LADO INVERSO. SE OBSERVA UN PATRÓN VISIBLE EN RELIEVE. TOMADO DE DENTAL RADIOGRAPHIC PITFALLS AND ERRORS (Farman, 2007)

3.3.2.4 Medicación

Los errores de medicación ocurren cuando la dosis del medicamento, por ejemplo, medios de contraste, es administrada inadecuadamente o existe un uso incorrecto u omisión de éste (Waite *et al.*, 2017a). Las complicaciones debido al uso de medios de contraste en medicina, pueden ser clasificadas en leves, moderadas, graves y mortales (Whaites & Drage, 2014). Estos errores pueden ser influidos por diversos factores, entre los que se puede mencionar la falta de acceso a la solicitud del examen por parte de quien toma las radiografías, falta de familiaridad de radiólogos y asistentes con la técnica, pacientes discapacitados cognitivamente (Waite *et al.*, 2017a), que no sean capaces de seguir instrucciones. Si bien esta información se refiere al área médica, ésta podría extrapolarse a TC médico en área maxilofacial, que utilice medio de contraste.

En el área maxilofacial, para evaluar anomalías de morfología y función de glándulas salivales, se emplea el examen llamado sialografía (Bertin *et al.*, 2017) (FIGURA 10).



FIGURA 10: SIALOGRAFÍA DE GLÁNDULA SUBMANDIBULAR⁴

⁴ Tomado de https://www.google.com/search?q=sialograf%C3%ADa+de+gl%C3%A1ndula+mandibular&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=CBi2C1fm8rQaQM%253A%252CwL5zD5N7csZTDM%252C_&usg=AI4_-

La sialografía implica la dilatación del conducto salival para infundir un medio de contraste con alta concentración de yodo. La extravasación del material de contraste puede ocurrir hacia el vestíbulo oral o a través del parénquima de la glándula proximal debido a una enfermedad acinar preexistente (Truong *et al.*, 2018). Para la sialografía se pueden utilizar tanto medios de contraste oleosos como acuosos (Schortinghuis *et al.*, 2009). El Lipiodol (*Jubilant HollisterStier General Partnership*, Quebec, Canadá) es un aceite de semilla de amapola yodado y viscoso, comúnmente usado como medio de contraste (Ozdemir *et al.*, 2004). Por otro lado, Hypaque (diatrizoato de meglumina) (*Winthrop-Breon Laboratories*, New York, Estados Unidos) es un medio de contraste acuoso. Los medios de contraste acuosos se usan principalmente en medicina, en técnicas como angiografías, arteriografías, urografías y nefrotomografías (Scarfe *et al.*, 1995).

También es posible realizar una sialografía tridimensional con tomografía computarizada de haz cónico para detectar enfermedades de glándulas salivales (FIGURA 11). Las imágenes resultantes pueden procesarse realizando reconstrucciones multiplanares (3D). Este examen permite una mejor visualización del parénquima glandular, estenosis e identificación de sialolitos cuando éstos están presentes (Bertin *et al.*, 2017). Sin embargo, los mismos errores que pueden ocurrir en la sialografía bidimensional, pueden ocurrir en la tridimensional.

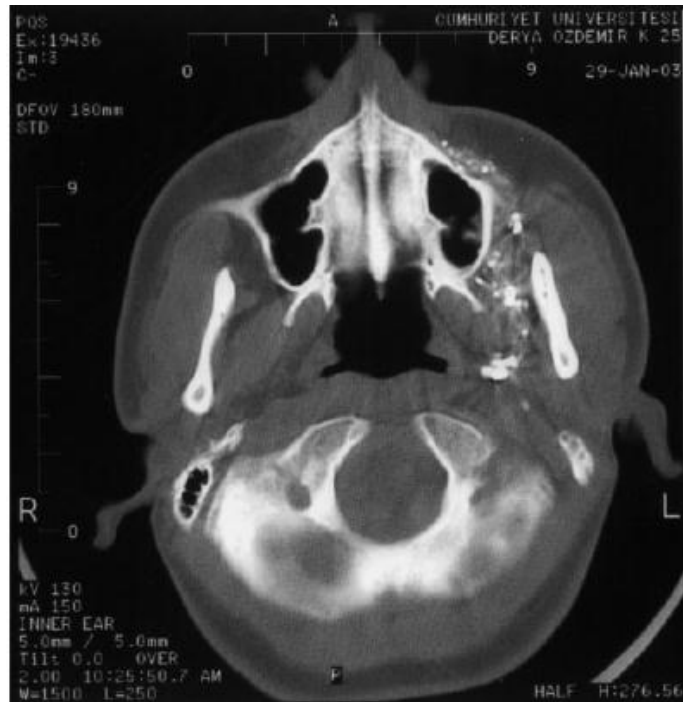


FIGURA 11: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO, 59 MESES POSTERIOR A LA SIALOGRAFÍA. SE OBSERVA EL MEDIO DE CONTRASTE QUE SE HA ESCAPADO DEL CONDUCTO DE LA GLÁNDULA PARÓTIDA IZQUIERDA. TOMADO DE LIPIODOL UF RETENTION IN DENTAL SIALOGRAPHY (Ozdemir *et al.*, 2004).

La cantidad de medio de contraste empleado en cada sialografía es variable y depende de la glándula a evaluar, la edad y constitución física del paciente (Ozdemir *et al.*, 2004). Un error técnico en la administración del medio de contraste puede generar perforación inadvertida del conducto, pero es poco frecuente (Truong *et al.*, 2018). Esto altera la imagen radiográfica y puede inducir a un error diagnóstico. Por otro lado, pudiese ocurrir la incorporación de burbujas de aire en el conducto glandular, lo cual puede confundirse con un “silencio ductal”, que se atribuye a un proceso obstructivo mucoso, lo cual puede inducir a error diagnóstico (FIGURA 12) (Espinoza, 1987).

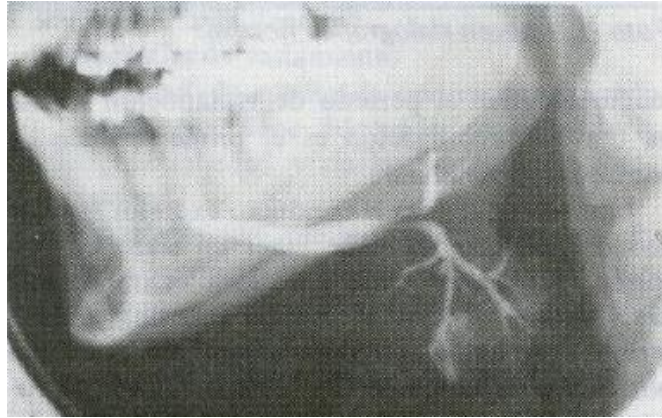


FIGURA 12: IMAGEN DE "SILENCIO DUCTAL".
TOMADO DE TÉCNICA SIALOGRÁFICA Y SU INTERPRETACIÓN EN EL
DIAGNÓSTICO DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES (Espinoza, 1987)

Otro error en la técnica puede implicar hipoinyección o sobreinyección de medio de contraste, que invalida el diagnóstico radiográfico del examen. En el caso de generarse una hipoinyección de medio de contraste, puede no aparecer la glándula en la imagen; mientras que una sobreinyección se puede producir una imagen nubosa (Espinoza, 1987). Tampoco se podría realizar el diagnóstico si el momento de la exposición a rayos X es mucho tiempo después de infundir el medio de contraste y éste ya ha sido eliminado de la glándula. Es fundamental que una vez que se haya infundido el medio de contraste, la exposición a rayos X se realice de manera inmediata, ya que de lo contrario, el diagnóstico podría no poder realizarse. Esta situación puede ocurrir con mayor frecuencia con medios de contraste acuosos (Ozdemir *et al.*, 2004), los que son rápidamente retirados de los tejidos, con una eliminación casi completa en 5 minutos (Ozdemir *et al.*, 2004). Pese a que los medios de contraste acuosos suelen recomendarse debido a que causan menos reacciones alérgicas (Ozdemir *et al.*, 2004), su rápida eliminación de los tejidos podría inducir a errores diagnósticos en la sialografía.

Al infundir el medio de contraste pudiese ocurrir que éste quede retenido en la glándula salival por más tiempo de lo habitual, luego de realizarse la sialografía (Ozdemir *et al.*,

2004, Schortinghuis *et al.*, 2009). Se ha reportado que un 42% de los pacientes presentan signos de retención de Lipiodol en la glándula parótida (Schortinghuis *et al.*, 2009). De ellos un 28,5% se debió a un error en el procedimiento de la sialografía y no asociado a alguna enfermedad de la glándula. La retención de Lipiodol se presenta como una pequeña nube redonda o manchas radiopacas de aproximadamente 0,5 a 1 mm de diámetro, localizadas en la periferia de la glándula. En las radiografías posteriores de pacientes que se han realizado sialografías con Lipiodol, se pueden observar signos de retención de este medio de contraste, incluso años después de haber realizado la sialografía (Ozdemir *et al.*, 2004) (FIGURA 13).



FIGURA 13: A LA IZQUIERDA SE OBSERVA RETENCIÓN DE LIPIODOL 8 MESES DESPUÉS DE UNA SIALOGRAFÍA DE GLÁNDULA PARÓTIDA DERECHA. A LA DERECHA, EL MISMO PACIENTE, 49 MESES DESPUÉS DE LA SIALOGRAFÍA. TOMADO DE RETENTION OF LIPIODOL AFTER PAROTID GLAND SIALOGRAPHY (Schortinghuis *et al.*, 2009)

El hallazgo de las imágenes radiopacas causadas por la retención del medio de contraste puede generar errores diagnósticos si el radiólogo no tiene conocimiento de que el paciente se realizó una sialografía previamente. El radiólogo pudiese pensar que las manchas radiopacas corresponden a otras cosas, por ejemplo restos de metal.

3.3.3 Errores diagnósticos

Los errores diagnósticos se originan después de la adquisición de las imágenes radiográficas (Waite *et al.*, 2017a). Corresponden a aquellos casos en que el radiólogo no ve o no informa el hallazgo de una imagen (Ortega & García, 2002). También puede corresponder a una interpretación equivocada o la detección de hallazgos de forma tardía, con la ayuda de otras pruebas diagnósticas, diferentes del examen radiográfico inicial (Waite *et al.*, 2017a).

Se ha señalado que los errores diagnósticos en el área médica conducen a demandas por negligencia contra radiólogos casi en el 75% de los casos (Lee *et al.*, 2013). A menudo estas demandas se centran en la falla en el diagnóstico y frecuentemente se asocian a sentimientos de culpa y aislamiento por parte del profesional que ha cometido el error (Pinto & Brunese, 2010). Por otro lado, es importante mencionar que existen errores diagnósticos entre observadores y también intraobservador (Brady, 2017). Un estudio en el que se evaluó exámenes de TC abdominales y pélvicos, encontró discrepancias entre observadores de 26% e intraobservador de 32% (Brady, 2017). Si bien los errores diagnósticos suelen no publicarse, en el área maxilofacial, se ha documentado un caso de un paciente que presentaba dolor debido a una caries en un tercer molar (Zangari, 2016). El radiólogo realizó el diagnóstico de la radiografía panorámica solicitada y reportó caries y patología periapical a un diente equivocado. El tratante, basando su tratamiento en el error del radiólogo, realizó la exodoncia de un diente sano.

En la etapa de diagnóstico radiográfico pueden originarse errores diagnósticos en la interpretación de imágenes y en la entrega del informe, causados por distintos factores.

Estos factores se deben prevenir para eliminar o disminuir los errores relacionados con esta etapa del proceso.

CAPÍTULO 4

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó una revisión narrativa de la literatura sobre errores diagnósticos en radiología maxilofacial. Se efectuó una búsqueda preliminar, utilizando los términos *Diagnostic Error* y *Maxillofacial Radiology*. Sin embargo, esta búsqueda arrojó pocos resultados en el área maxilofacial. La mayor cantidad de información encontrada era relacionada al área médica. Por lo tanto no se emplearon criterios específicos para la búsqueda, debido a la escasa información existente con respecto al tema en el área maxilofacial.

Se utilizó información publicada en libros de radiología médica y odontológica. Se recopilaron, sintetizaron y analizaron documentos en idiomas inglés y español. Se priorizó la información expuesta en revistas de radiología de renombre y actualizada, cuya búsqueda fue realizada bajo la supervisión de un especialista y doctor en Radiología Oral y Maxilofacial. La información se presentó de forma narrativa y a través de figuras, como forma de representación gráfica de los errores diagnósticos y sus factores.

CAPÍTULO 5
RESULTADOS
ERRORES DIAGNÓSTICOS

En este capítulo se propone una clasificación de errores diagnósticos en radiología maxilofacial en base a lo descrito en la literatura. Existen errores diagnósticos relacionados con la interpretación de imágenes y con la entrega del informe. En la FIGURA 14 se señalan los distintos factores implicados en los errores diagnósticos.

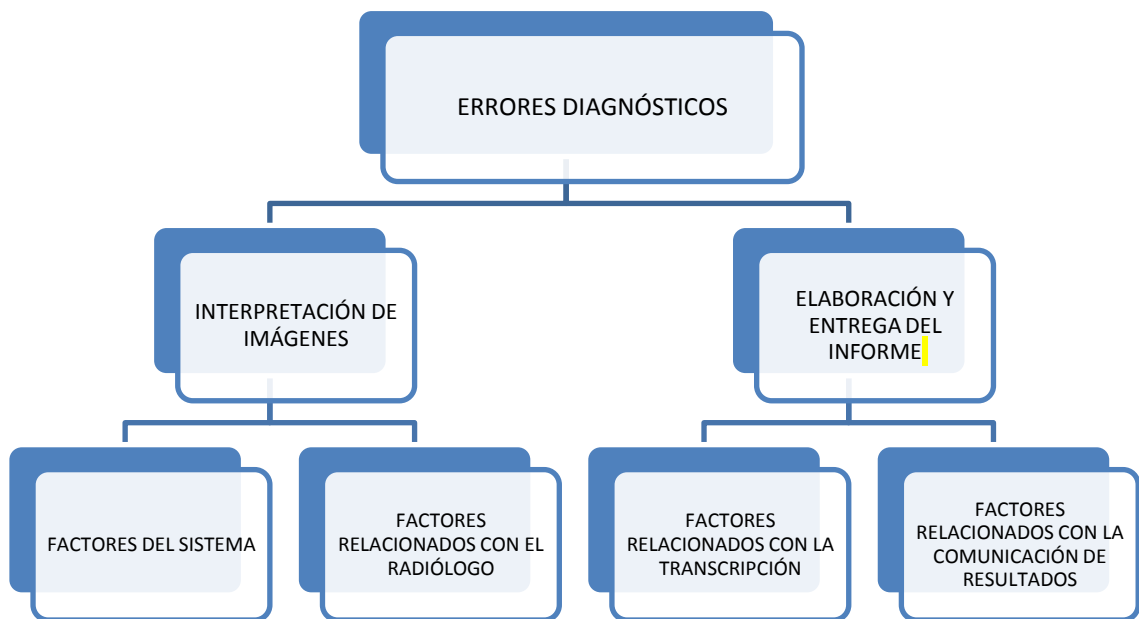


FIGURA 14: FACTORES IMPLICADOS EN ERRORES DIAGNÓSTICOS

5.1 Factores implicados en los errores diagnósticos

Existen distintos factores que pueden influir para que un radiólogo no vea o no informe un hallazgo en un examen radiográfico. Los factores implicados en los errores diagnósticos están esquematizados en la FIGURA 15.

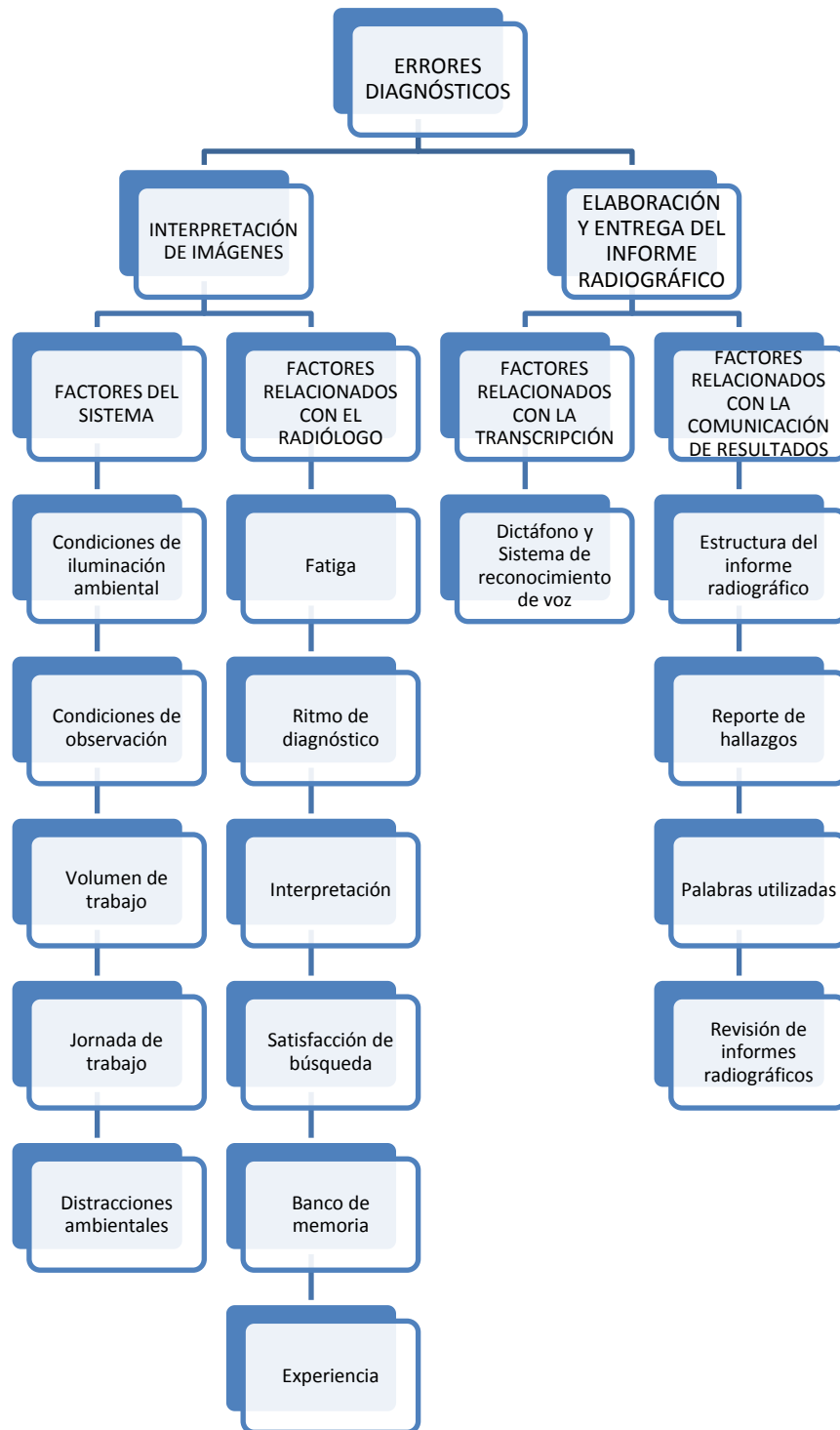


FIGURA 15: FACTORES IMPLICADOS EN ERRORES DIAGNÓSTICOS (DETALLE). Considerar que las primeras tres líneas de la figura corresponden a una estructura jerarquizada. A partir de ahí, los factores son independientes uno de otro. En la presente figura se ordenan los factores de forma vertical solo por motivos de espacio.

La figura presentada previamente es una adaptación de información presente en la literatura, asociada principalmente a imagenología médica (Waite *et al.*, 2017b, Brady, 2017, González Vásquez, 2016, Goyoaga Elizalde, 2012, Lee *et al.*, 2013, Lee *et al.*, 2015, Mojiri *et al.*, 2013, Pinto & Brunese, 2010, Siewert *et al.*, 2016, Waite *et al.*, 2017a).

Los errores diagnósticos se han asociado con diagnósticos realizados de manera muy lenta o muy rápida, no contar con antecedentes clínicos necesarios, evaluación de exámenes radiográficos obtenidos con mala técnica en procedimiento de obtención de la imagen radiográfica, falta de actualización de conocimientos por parte del radiólogo o fallas de interpretación (Robinson, 1997). Los errores diagnósticos también se asocian con la carencia de normas o protocolos en relación con el almacenamiento de películas radiográficas, técnica de obtención de la imagen radiográfica y crítica de la misma, condiciones de observación y de iluminación (Ortega & García, 2002).

5.2 Errores de interpretación de imágenes

Los errores de interpretación de imágenes involucran factores del sistema y factores relacionados con el radiólogo.

5.2.1 Factores del sistema

Los factores del sistema se muestran en la FIGURA 16.

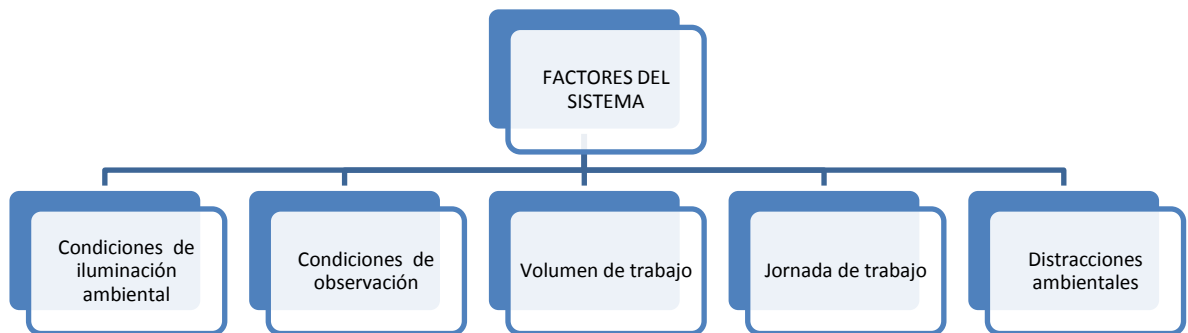


FIGURA 16: FACTORES DEL SISTEMA

5.2.1.1 Condiciones de iluminación ambiental

La iluminación ambiental, para efectos de la presente investigación, corresponde a las luces de la sala de diagnóstico. Esta iluminación es importante al momento de diagnosticar imágenes radiográficas, tanto análogas como digitales (Heo *et al.*, 2008, McCarthy & Brennan, 2003, Whaites & Drage, 2014).

Se requiere un control cuidadoso de los niveles de iluminación ambiental para garantizar que la precisión en el diagnóstico de radiografías dentales se maximice (Brennan *et al.*, 2007). Cuando la iluminación ambiental es excesiva, puede reducirse la precisión en el diagnóstico, perjudicando la observación de estructuras anatómicas en la radiografía análoga, principalmente en imágenes radiográficas con bajo contraste (Mojiri *et al.*, 2013). La precisión en el diagnóstico disminuye, debido a que la iluminación ambiental excesiva reduce el contraste de la imagen. El contraste es la diferencia en el ennegrecimiento de la imagen radiográfica en distintas áreas por las distintas densidades radiográficas, que permiten identificar las estructuras de forma individual (Patel *et al.*, 2000). En el área médica, se ha observado que las condiciones de iluminación ambiental inadecuadas, podrían compensarse con la experiencia y el conocimiento de los radiólogos, en el diagnóstico de fracturas musculoesqueléticas de muñeca (Brennan *et al.*, 2007). En el área de la radiología maxilofacial se ha mostrado que diagnosticar patología inflamatoria periapical en etapas tempranas con iluminación ambiental excesiva disminuye la sensibilidad y especificidad de radiografías periapicales (Patel *et al.*, 2000).

El nivel de iluminación ambiental se mide en lux, que equivale a un lumen/m², y se evalúa mediante un fotómetro (FIGURA 17).



FIGURA 17: FOTÓMETRO SEKONIC L-308 S SEKONIC, TOKYO JAPÓN⁵

Según las recomendaciones de la *International Commission on Illumination* (CIE) e *Illumination Engineering Society of North America* (IES), el fotómetro debe calibrarse anualmente tomando en consideración los valores colorimétricos estándar obtenidos de una fuente luminosa trazable (Instituto de Salud Pública, 2015). Distintas entidades internacionales recomiendan niveles de iluminación ambiental para realizar el diagnóstico radiográfico en medicina (TABLA 1).

⁵ Tomado de

https://www.google.com/search?q=FOT%C3%93METRO+SEKONIC+L-308+S+SEKONIC,+TOKYO+JAP%C3%93N&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiX_o3lrnfAhWKgJAKHTilCAYQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=rvijoLr22CJujM:
Visitado el 05/05/2018

TABLA 1: PAUTAS EXISTENTES PARA LA ILUMINACIÓN AMBIENTAL AL REALIZAR EL DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO EN MEDICINA. ADAPTADO DE THE EFFECT OF VIEWING CONDITIONS ON READER PERFORMANCE IN RADIOGRAPHIC IMAGES (Mojiri et al., 2013)

Organización	Iluminación ambiental (lux)	Distancia al negatoscopio (centímetros)
<i>World Health Organization</i> 1992	≤ 100	30
<i>Commission of the European Communities</i> 1997	≤ 50	100
<i>British Institute of Radiology</i>	50-100	No especificado
NORDIC (<i>Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden</i>)	≤ 100	No especificado

Estos niveles de iluminación son útiles para el diagnóstico de imágenes radiográficas análogas en un negatoscopio (Brennan *et al.*, 2007). En términos prácticos, conviene precisar que la iluminación normal de una oficina corresponde a 480 lux aproximadamente (Brennan *et al.*, 2007). Por lo tanto, se puede establecer una comparación entre estos niveles con los recomendados para el diagnóstico radiográfico. Las luces fluorescentes no se recomiendan como iluminación ambiental en salas de diagnóstico radiográfico y se sugieren luces con interruptores de atenuación (Krupinsky *et al.*, 2007).

En el caso del diagnóstico de imágenes digitales, la iluminación ambiental se debe atenuar, para eliminar los reflejos en el monitor y obtener mayor eficacia en el diagnóstico (Kim *et al.*, 2011). Sin embargo, no sería necesario que las luces ambientales se apaguen por completo, de acuerdo a una investigación realizada con radiografías de muñeca (Brennan *et al.*, 2007). Dicha investigación encontró que si se utiliza sólo la luz del monitor, en ausencia total de iluminación ambiental, la precisión en el diagnóstico es similar a utilizar niveles excesivos de iluminación ambiental (Brennan *et al.*, 2007). Con respecto al diagnóstico en radiología maxilofacial, Hellén-Halme et al, encontraron que la precisión en el diagnóstico de lesiones de caries dentinarias en radiografías bitewing digitales, es significativamente mejor con iluminación ambiental < 50 lux en comparación

con iluminación ambiental >1000 lux (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2016). Esto avala la necesidad de diagnosticar imágenes radiográficas con luz ambiental tenue.

La iluminación ambiental excesivamente alta se refleja en el monitor, aumentando la luminancia, es decir, brillo y luminosidad del monitor, en las áreas oscuras de la radiografía, lo que disminuye el contraste de la imagen. Además, la iluminación ambiental excesivamente brillante interfiere con la habilidad natural de los ojos para adaptarse, reduciendo la propiedad discriminadora del ojo y la visualización de lesiones sutiles (Brennan *et al.*, 2007). De 25 a 40 lux de iluminación ambiental es suficiente para evitar la mayoría de los reflejos en el monitor y aun proporciona la suficiente luz para que el sistema visual se adapte al entorno (Brennan *et al.*, 2007).

Para el diagnóstico de imágenes de tomografía computarizada de haz cónico en odontología, la iluminación ambiental debería ser equivalente a la luminancia del monitor, para maximizar el contraste de la imagen radiográfica (Health Protection Agency, 2010).

En contraste con las investigaciones previamente expuestas, otros autores dicen que al diagnosticar exámenes radiográficos médicos (en 2D, RM y TC), se deben usar niveles más altos de iluminación ambiental (Ikushima *et al.*, 2013). Por otro lado, la iluminación ambiental de la sala de diagnóstico no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas en el diagnóstico radiográfico de tratamientos de endodoncia, al comparar luz brillante (1000 a 1200 lux) y tenue (25 a 50 lux) (Cruz *et al.*, 2018). Además, el diagnóstico radiográfico de radiografías panorámicas digitales podría no verse afectado por la iluminación ambiental (Kim *et al.*, 2011).

5.2.1.2 Condiciones de observación

Las condiciones de observación, para efectos de la presente memoria, corresponden a todos aquellos elementos tanto análogos como digitales que permiten mejorar la observación de las imágenes radiográficas. Estas condiciones de observación son ajenas al radiólogo y a las condiciones de iluminación de la sala de diagnóstico. Se ha reportado que las condiciones de observación óptimas mejoran considerablemente el rendimiento y la interpretación en el diagnóstico radiográfico (Heo *et al.*, 2008, Mojiri *et al.*, 2013, Prabhu *et al.*, 2005b, Patel *et al.*, 2000, Shelley, 2018, Kagadis *et al.*, 2013). Las condiciones de observación son distintas para el diagnóstico de radiografías análogas y digitales, y se señalan en la FIGURA 18.



FIGURA 18: CONDICIONES DE OBSERVACIÓN. Considerar que las primeras dos líneas de la figura corresponden a una estructura jerarquizada. A partir de ahí, los factores son independientes uno de otro. En la presente figura se ordenan los factores de forma vertical solo por motivos de espacio.

5.2.1.2.1 Diagnóstico de radiografías análogas

Incluye uso y características del negoscopio, magnificación de imagen y el enmascaramiento periférico de películas radiográficas.

5.2.1.2.2 Uso y características del negoscopio

En el caso de radiografías dentales análogas, tanto intra como extraorales, se necesita un negoscopio alejado de la iluminación proveniente de ventanas y luces del techo (Moshfeghi *et al.*, 2015, Prabhu *et al.*, 2005b, Shelley, 2018). El negoscopio usado en radiología maxilofacial debe presentar una pantalla brillante, preferiblemente de intensidad variable, para permitir la observación de imágenes con distintas densidades (Whaites & Drage, 2014), que otorgue una intensidad de iluminación apropiada a cada examen radiográfico. Cuando la intensidad es inferior a la necesaria, se reduce la capacidad del ojo de realizar una evaluación adecuada de los detalles, sobre todo en radiografías con bajo contraste, lo cual constituye un problema para los radiólogos (Mojiri *et al.*, 2013, Whaites & Drage, 2014). Se ha observado que con un negoscopio con baja intensidad de luz, se limita la agudeza visual del radiólogo para detectar calcificaciones en exámenes radiográficos médicos (Mojiri *et al.*, 2013). Sin embargo, algunos estudios describen que no hay un efecto significativo de la intensidad del negoscopio que repercuta en el diagnóstico radiográfico al diagnosticar mamografías (Rill *et al.*, 1999).

Distintas entidades internacionales recomiendan características de iluminación del negatoscopio (Mojiri *et al.*, 2013) (TABLA 2).

TABLA 2: RECOMENDACIONES INTERNACIONALES PARA LA ILUMINACIÓN DEL NEGATOSCOPIO.

ADAPTADO DE THE EFFECT OF VIEWING CONDITIONS ON READER PERFORMANCE IN RADIOGRAPHIC IMAGES (Mojiri *et al.*, 2013)

Organización	Iluminación de negascopio (cd m²)
<i>World Health Organization 1992</i>	1500-3000
<i>American College of Radiology</i>	1500
<i>Commission of the European Communities 1996</i>	2000-4000
<i>Commission of the European Communities 1997</i>	≥ 1700
<i>British Institute of Radiology</i>	1500-3000
<i>NORDIC (Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden)</i>	1500-3000

Es importante asegurar el correcto funcionamiento de los negatoscopios, ya que éstos tienen una esperanza de vida útil de aproximadamente 20.000 horas y su producción de luz disminuye en un 20% después de 18.000 horas (Mojiri *et al.*, 2013). Esta disminución de luz podría hacer que el negatoscopio quede por debajo del mínimo recomendado de 1500 cd m², comprometiendo la calidad del diagnóstico.

5.2.1.2.3 Magnificación de imagen

Para el diagnóstico de radiografías análogas, debe utilizarse magnificación de la imagen (Patel *et al.*, 2000) mediante el uso de lupa. El aumento recomendado de lupas es de 2 a 4X (Freitas *et al.*, 2002, European Commission, 2004). El hecho de utilizar una lupa para el diagnóstico de imágenes análogas permite la observación de detalles en radiografías intraorales (Freitas *et al.*, 2002, Whaites & Drage, 2014), lo cual permite un diagnóstico radiográfico más detallado y certero.

Una investigación que evaluó el diagnóstico de patología inflamatoria periapical en etapas tempranas, mediante radiografías periapicales análogas, mostró mejor especificidad y sensibilidad usando magnificación de 2X (Patel *et al.*, 2000). En dicho estudio se comparaban tres grupos. Un grupo de radiólogos diagnosticó las radiografías solo utilizando iluminación ambiental, otro grupo utilizó negatoscopio, y el último grupo usó negatoscopio, magnificación de 2X y enmascaramiento periférico de las películas radiográficas (Patel *et al.*, 2000). El grupo que utilizó condiciones óptimas, es decir, el tercer grupo, presentó una especificidad y sensibilidad de 77,8%; el segundo grupo obtuvo especificidad de 77,8% y sensibilidad de 66,7%; y el grupo que solo utilizó iluminación ambiental obtuvo especificidad de 72,2% y sensibilidad de 66,7% (Patel *et al.*, 2000). Si bien, los niveles de especificidad se mantuvieron relativamente estables, los valores de sensibilidad mejoraron notoriamente al utilizar condiciones ideales de observación. Es decir, la capacidad de diagnosticar como casos positivos, a los pacientes con patología periapical, aumenta al utilizar condiciones ideales de observación.

5.2.1.2.4 Enmascaramiento periférico de películas radiográficas

El enmascaramiento periférico de las películas elimina fuentes de luz extraña (European Commission, 2004, Patel *et al.*, 2000, Whaites & Drage, 2014, Shelley, 2018), que corresponde a la luz del negatoscopio alrededor de la película radiográfica. Cuanto mayor es la cantidad de luz extraña, menor es la detección de detalles en la radiografía. La escasa detección de detalles, da como resultado la pérdida de información importante para el diagnóstico, lo que conlleva errores diagnósticos (Moshfeghi *et al.*, 2015). Al diagnosticar una radiografía análoga pequeña, por ejemplo, una radiografía periapical, en un negatoscopio grande, los ojos se ven afectados por la luz extraña. La luz extraña contrae la pupila, que recibe menor cantidad de luz transmitida a través de la radiografía (Moshfeghi *et al.*, 2015, Freitas *et al.*, 2002). Lo anterior aumenta subjetivamente el ennegrecimiento de la película, reduciendo el contraste percibido de la imagen (Patel *et al.*, 2000). Por este motivo, es importante usar enmascaramiento periférico de las películas para aumentar su contraste. De hecho, se dispone comercialmente de aparatos que combinan el enmascaramiento periférico de las películas y magnificación de la imagen (European Commission, 2004) (FIGURA 19).



FIGURA 19: APARATO QUE COMBINA EL ENMASCARAMIENTO PERIFÉRICO CON SISTEMA DE MAGNIFICACIÓN DE IMAGEN EN RADIOGRAFÍAS ANÁLOGAS.
TOMADO DE REPORTING OF DENTAL RADIOGRAPHS IN GENERAL DENTAL PRACTICE (Shelley, 2018)

5.2.1.2.5 Diagnóstico de radiografías digitales

Incluye especificaciones técnicas del monitor, uso de dispositivos electrónicos, impresión de imágenes radiográficas digitales, herramientas de mejora de imagen y detección asistida por computador (CAD, del inglés *computer aided detection*).

5.2.1.2.6 Especificaciones técnicas del monitor

Para el diagnóstico de imágenes digitales en 2D, tanto intra como extraorales, se debe escoger un monitor con determinadas especificaciones técnicas (Shelley, 2018, Kagadis *et al.*, 2013). A pesar de usar un monitor de alta gama, la calidad y las propiedades de la imagen radiográfica evaluada por el radiólogo, pueden ser inadecuadas para fines diagnósticos si dicho monitor no está configurado y mantenido adecuadamente (Kagadis *et al.*, 2013). Los monitores deben tener suficiente resolución para ajustarse al tamaño variable de las imágenes digitales. Una resolución de 1024 x 768 pixeles es lo mínimo recomendado, pero se prefiere mayor resolución (European Commission, 2004). Esta especificación técnica permite la observación de toda la imagen radiográfica con suficientes detalles, al observar las imágenes a una distancia de 30 a 60 cm (Krupinsky *et al.*, 2007). En el caso del diagnóstico radiográfico en computador portátil se sugieren las siguientes especificaciones técnicas: resolución de pantalla de 1920 x 1080 pixeles, densidad de 176,23 pixeles por pulgada y tamaño del monitor de 12 pulgadas (Cruz *et al.*, 2018). Las especificaciones técnicas para computador portátil se han obtenido de investigaciones en radiología maxilofacial en los cuales se basa la investigación de Cruz *et al.*

En relación con las imágenes de tomografía computarizada de haz cónico en odontología, éstas también deben diagnosticarse en un monitor adecuado. La *Health Protection Agency* y el *Royal College of Radiologists*, ambas instituciones del Reino Unido, recomiendan especificaciones mínimas e ideales del monitor para la observación de estas imágenes (Whaites & Drage, 2014) (TABLA 3). Se debe controlar de forma periódica que se cumpla con las especificaciones del monitor, como parte del programa general de garantía de calidad (Health Protection Agency, 2010, Kagadis *et al.*, 2013).

TABLA 3: ESPECIFICACIONES MÍNIMAS E IDEALES PARA UN MONITOR DE OBSERVACIÓN EN TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS DE HAZ CÓNICO EN ODONTOLOGÍA.

TOMADO DE FUNDAMENTOS DE RADIOLOGÍA DENTAL (Whaites & Drage, 2014)

	Especificaciones mínimas	Especificaciones ideales
Resolución del monitor	$\geq 1280 \times 1024$ (~1.3 megapíxeles)	$\geq 1500 \times 2000$
Tamaño del monitor (diagonal del área de observación)	≥ 42 cm (~17 pulgadas)	≥ 50 cm (~20 pulgadas)
Luminancia	>170 cd/m ²	≥ 500 cd / m ²
Relación luminancia/ contraste	$\geq 250:1$	$\geq 500: 1$
Profundidad de bits en escala de grises	Escala de grises de 8 bits (color de 24 bits)	Escala de grises de ≥ 10 bits

Al diagnosticar imágenes digitales en odontología, el tamaño de la pantalla del monitor debe ser de al menos 15 pulgadas para un monitor de pantalla plana. La resolución del monitor debe configurarse en “color intenso” (*high colour*, 16bits), para mostrar pequeños contrastes. El brillo y el contraste deben ser ajustados para que todos los valores de gris entre blanco y negro sean visualizados correctamente (European Commission, 2004).

La calidad de la imagen radiográfica y el diagnóstico radiográfico realizado por el radiólogo podrían verse comprometidos si las especificaciones técnicas del monitor están por debajo de los estándares mínimos (Kagadis *et al.*, 2013). Al evaluar radiografías bitewing digitales, se ha observado que la imagen presenta una calidad insuficiente para fines diagnósticos, si las especificaciones técnicas del monitor no alcanzan las especificaciones mínimas (Hammeed *et al.*, 2018, Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2016). Al realizar una evaluación en los monitores utilizados en el diagnóstico radiográfico de una clínica dental universitaria se encontró que 63% de los monitores no cumplió con criterios de luminancia mínimos (>170 cd/m²) (Hammeed *et al.*, 2018). La luminancia del monitor es importante, ya que afecta la calidad de la imagen. Al observar exámenes radiográficos

digitales en 2D, la luminancia máxima de los monitores en escala de grises, debe estar cercano a 200 cd/m² (Krupinsky *et al.*, 2007). Esto debido a que valores muy pequeños o muy grandes de luminancia puede conducir a una observación deficiente (Krupinsky *et al.*, 2007).

Existen monitores médicos para el diagnóstico de exámenes radiográficos. Los monitores médicos presentan un rango de escala de grises mayor que los monitores no médicos. Ofrecen hasta 4096 tonos de gris (12 bits). Además, mantienen un contraste alto y constante y reducen los efectos perjudiciales del “ruido” causado por las variaciones de luminancia y color (Indrajit & Verma, 2009a). Los monitores médicos pueden alcanzar los 500 cd/m² o más y generalmente involucran tecnología que permite controlar y ajustar los niveles de luz de fondo, lo que hace coincidir el contraste con cada nivel de brillo (Indrajit & Verma, 2009b). Por otro lado, los monitores médicos proporcionan una mejor uniformidad de luminancia e incorporan tecnología que compensa la variación de píxeles, lo cual ofrece una mejor observación de las imágenes radiográficas para su diagnóstico (Kagadis *et al.*, 2013). Los monitores médicos se utilizan con frecuencia en medicina, sin embargo, en odontología, no se usan de manera frecuente, posiblemente debido a que los monitores no médicos son más accesibles y, generalmente, menos costosos que los monitores médicos. Pese a ello, recientemente se han introducido en el mercado distintos modelos de monitores médicos de uso odontológico de la empresa Barco (Cortrique, Bélgica). Ilguy *et al.* encontraron que la precisión en el diagnóstico radiográfico es significativamente mayor usando monitores médicos que monitores no médicos al diagnosticar caries artificiales (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2016). Sin embargo, algunos autores postulan que los monitores no médicos son adecuados para el diagnóstico radiográfico dental (Hammeed *et al.*, 2018), siempre que cumplan con las especificaciones mínimas para el diagnóstico radiográfico (Health Protection Agency, 2010).

5.2.1.2.7 Uso de dispositivos electrónicos

Es posible usar teléfonos inteligentes y *tablets* como dispositivos electrónicos de observación de imágenes radiográficas dentales (Cruz *et al.*, 2018, Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2016, Kagadis *et al.*, 2013). Estos dispositivos han mostrado ser aceptables para el diagnóstico radiográfico de tratamientos de endodoncia, bajo condiciones de iluminación de 1000 a 1200 lux (Cruz *et al.*, 2018). Cruz *et al.*, en su investigación evaluaron límite apical, adaptación al conducto radicular y homogeneidad del material de relleno del conducto radicular, que son parámetros que permiten establecer la calidad del tratamiento endodóntico. Estos autores encontraron que las condiciones de iluminación y el uso de los dispositivos electrónicos de observación de imágenes radiográficas tienen poca influencia en el diagnóstico radiográfico de tratamientos de endodoncia (Cruz *et al.*, 2018). De hecho, se ha reportado que la mayor experiencia del radiólogo puede compensar las condiciones de observación no ideales al utilizar teléfonos o *tablets* para diagnosticar radiografías panorámicas (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014).

El teléfono en que se realice el diagnóstico radiográfico debe tener una resolución mínima de pantalla de 640 x 960 píxeles. Además, debiese tener una densidad de 330 píxeles por pulgada y una pantalla táctil de al menos 3,5 pulgadas (Cruz *et al.*, 2018). Sin embargo, el tamaño de un teléfono o *tablet* es mucho más pequeño que un monitor médico, lo que implica que el examen radiográfico no puede ser evaluado en tamaño completo (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2016). Según la FDA (del inglés *Food and Drug Administration*), tanto *tablets* como teléfonos, no están diseñadas para reemplazar salas de diagnóstico completas y están indicadas para su uso sólo cuando no hay acceso a la sala de diagnóstico (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2016, Kagadis *et al.*, 2013).

5.2.1.2.8 Impresión de imágenes radiográficas digitales

Para el diagnóstico radiográfico de imágenes digitales, éstas pueden ser impresas. Es importante considerar el tipo de impresora y material de impresión, ya que se ha encontrado que no todas las impresiones tienen calidad suficiente que permita el diagnóstico (Heo *et al.*, 2008, Gerrard, 2013, Whaites & Drage, 2014). Se puede utilizar papel fotográfico brillante usando impresoras térmicas, láser o de inyección de tinta. Sin embargo, existe controversia en relación a si la impresión de imágenes digitales es útil para el diagnóstico. Algunos autores señalan que la imagen se degrada considerablemente en las impresoras comunes ante su incapacidad de reproducir 256 tonos de gris (Whaites & Drage, 2014, Gerrard, 2013). Los 256 tonos de gris se corresponden con 8 bits, lo cual no es óptimo para el diagnóstico radiográfico (Heo *et al.*, 2008). En cambio, en imágenes de 12 bits o superior, el número de tonos de una imagen es mucho mayor (4096 tonalidades de gris o más) que en las imágenes de 8 bits. Se ha mostrado que en endodoncia las imágenes radiográficas digitales de 12 bits permiten condiciones de diagnóstico similar a las imágenes análogas (Heo *et al.*, 2008). A su vez, las imágenes de 12 bits permiten una observación más detallada que las de 8 bits. Por lo tanto, se sugiere que es mejor utilizar imágenes de al menos 12 bits para una determinación precisa de la posición de un tratamiento endodóntico (Heo *et al.*, 2008).

Por otro lado, Schulze *et al.* y Shafiee *et al.* señalan que la calidad de la impresión en papel ha aumentado y es similar a la impresión en la película radiográfica en odontología (Shafiee & Atala, 2016). Por ejemplo, las impresoras de sublimación térmica, pueden producir impresiones en papel de excelente calidad, ya que pueden reproducir todas las tonalidades de gris presentes en la imagen radiográfica (Whaites & Drage, 2014). Un ejemplo de impresora de sublimación térmica es la Impresora Médica Multimedia Codonics, que tiene una resolución en escala de gris de 12 bits.

Al comparar entre diferentes sistemas de impresión versus la observación de la imagen digital en un monitor al diagnosticar radiografías panorámicas, se ha observado que la imagen de mayor calidad era lograda por impresión en película. Posteriormente seguía la impresión en papel fotográfico en impresora de inyección de tinta (Gerrard, 2013). Ambos métodos permitieron mejor calidad de imagen para el diagnóstico que la observación en un monitor LCD de 19 pulgadas.

Con respecto el diagnóstico de caries dentinarias en radiografías panorámicas digitales impresas, se ha comparado entre impresión en papel satinado, impresión en película por la impresora Drypix prima (Fujifilm Corporation, Sendai, Japón) e imagen digital en monitor de 19 pulgadas (Abesi *et al.*, 2017). Dicha investigación no encontró diferencia en el diagnóstico radiográfico entre las impresiones en película y las impresiones en papel para el diagnóstico radiográfico.

Considerando que las imágenes radiográficas digitales pueden ser diagnosticadas desde un monitor que cumpla con las especificaciones técnicas necesarias, pudiese no ser necesario imprimirlas, considerando que la impresión implica un costo económico alto (Abesi *et al.*, 2017). En caso de necesitarse la impresión de las imágenes radiográficas, se recomienda escoger un tipo de impresora y material de impresión que otorgue la calidad suficiente para la observación de detalles relevantes para el diagnóstico radiográfico.

5.2.1.2.9 Herramientas de mejora de imagen

Para la observación de exámenes radiográficos digitales se puede usar herramientas de mejora de imagen, tales como el ajuste de brillo, contraste, coloración, uso de filtros, zoom (Guneri *et al.*, 2005, Nascimento *et al.*, 2018). Estas herramientas por lo general se usan en función de las preferencias del radiólogo, ya que no existen estandarizaciones objetivas acerca de su uso (Zhara *et al.*, 2017).

El ajuste de brillo y contraste se encuentran entre las herramientas de mejora de imagen más utilizadas al diagnosticar imágenes digitales en 2D intraorales (Guneri *et al.*, 2005). Además, son de las herramientas de mejora de imagen más eficaces para detectar lesiones periapicales (Utami *et al.*, 2017) (FIGURA 20).

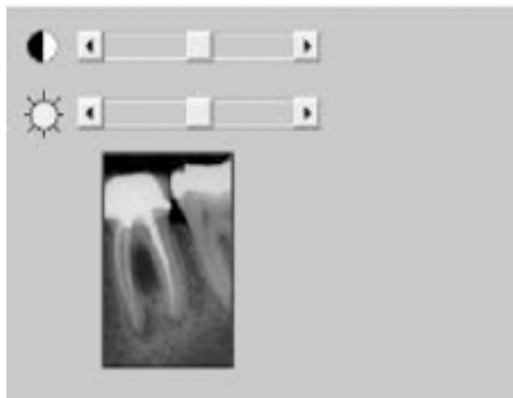


FIGURA 20: HERRAMIENTAS DE MEJORA DE IMAGEN: BRILLO Y CONTRASTE. TOMADO DE RADIOLOGÍA DIGITAL INTRAORAL (Briner, 2005)

Al modificar el brillo todos los valores de pixel se mueven en la misma dirección (hacia blanco o negro), por lo tanto, los valores resultantes no se modifican entre la imagen

original y la resultante (Guneri *et al.*, 2005). Sin embargo, como el contraste representa la diferencia entre los diferentes tonos de grises, al modificar el contraste los tonos oscuros se oscurecen y los tonos claros se aclaran. De este modo el valor gris medio de cada pixel cambia (Guneri *et al.*, 2005). Se ha reportado que los radiólogos orales y maxilofaciales prefieren imágenes con menor brillo y mayor contraste para el diagnóstico de lesiones de caries proximales, al analizar imágenes con 8 bits (Nascimento *et al.*, 2018). No se encontró información respecto del diagnóstico con imágenes de 12 bits o más. Se ha observado que las imágenes radiográficas con alto brillo y bajo contraste disminuyen la detección de lesiones de caries. Por otro lado, en imágenes con bajo brillo y alto contraste se sobreestimó la presencia y extensión de lesiones de caries proximales (Nascimento *et al.*, 2018). En radiografías periapicales de dientes con periodontitis y absceso apical, se mostró que los valores límite de modificación de brillo y contraste para la periodontitis apical es -5 y +5 unidades. Para el absceso apical es -10 y +10 unidades (Utami *et al.*, 2017). En dicha investigación, los ajustes de contraste y brillo se realizaron mediante *Adobe Photoshop CS program 4*⁶, variando los valores en intervalos de 5 unidades. Estos autores mostraron que si se utilizan ajustes no apropiados se puede alterar la evaluación y diagnóstico diferencial de la lesión apical (Utami *et al.*, 2017). Los ajustes de contraste deben realizarse dentro de ciertos límites al realizar el diagnóstico radiográfico de radiografías periapicales digitales, ya que después de realizar el cambio, se producen cambios radiodensitométricos significativos. Cuando el contraste cambia en más de 50 unidades se generan cambios radiodensitométricos significativos (Guneri *et al.*, 2005). Respecto del diagnóstico de lesiones de caries proximales, se ha observado que las herramientas de mejora de imagen de contraste y coloración no influyen significativamente en la precisión del diagnóstico de lesiones de caries proximales de esmalte. Sin embargo, estas herramientas mejoran el diagnóstico de lesiones de caries proximales dentinarias al diagnosticar radiografías digitales.

⁶ www.adobe.com

Otra herramienta de mejora de imagen son los filtros. Los filtros derivan de algoritmos de procesamiento de imágenes, incluidos en *softwares* de análisis de imágenes radiográficas. No existe acuerdo en la literatura respecto del uso de filtros para el diagnóstico radiográfico existiendo publicaciones que reportan resultados en favor de los filtros (Shokri *et al.*, 2018), en contra (Eickholz *et al.*, 1999), o resultados distintos dependiendo del filtro usado (Dias *et al.*, 2013).

Se ha comparado la precisión diagnóstica de la radiografía digital con y sin filtros para la detección de lesiones de caries proximales inducidas en dientes extraídos (Dias *et al.*, 2013). Los filtros que evaluados fueron: Negativo, Nitidez y Negativo+Nitidez (FIGURA 21). La figura A muestra la imagen sin filtro; la imagen B muestra la imagen con filtro negativo; la imagen C muestra la imagen con filtro nitidez; la imagen D combina ambos filtros (Dias *et al.*, 2013).

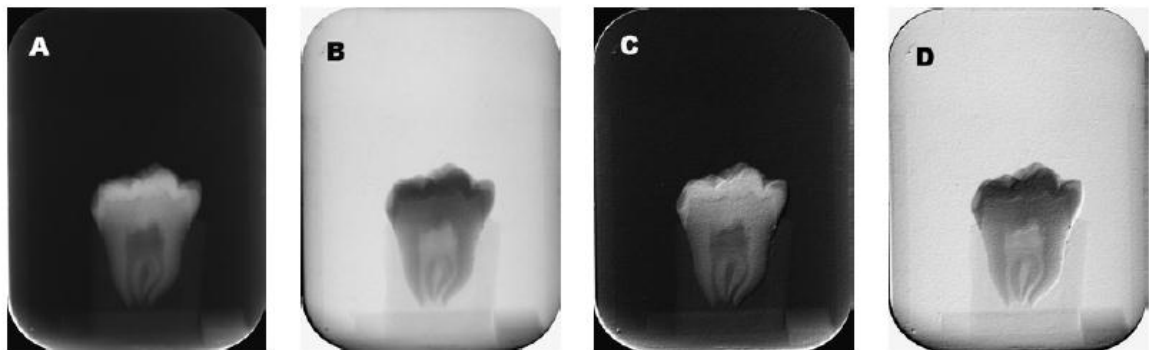


FIGURA 21: FILTROS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN.
TOMADO DE PERFORMANCE OF DIGITAL RADIOGRAPHY FILTERS FOR THE
DIAGNOSIS OF PROXIMAL CARIES (Dias *et al.*, 2013)

Dias *et al.* encontraron que el filtro nitidez permitió el mayor número de diagnósticos verdaderos positivos. En contraste, el filtro negativo se asoció a valores más bajos de sensibilidad y precisión. El resultado obtenido con el filtro negativo pudo deberse a que el entrenamiento que reciben los cirujanos dentistas apunta a diagnosticar caries como imágenes radiolúcidas, y con el filtro negativo se observan las caries como imágenes

radiopacas (Dias *et al.*, 2013). Otra investigación que aplicó la misma metodología para evaluar la detección de lesiones de caries oclusales y proximales encontró que el uso de filtros aumenta significativamente la precisión en la detección de lesiones de caries en radiografías intraorales digitales (Shokri *et al.*, 2018). Sin embargo, otros autores aseguran que la utilización de filtros no proporcionó una mejora notable en la precisión del diagnóstico en relación con las radiografías digitales sin filtro y análogas (Eickholz *et al.*, 1999).

Para el diagnóstico de imágenes digitales, se utiliza la herramienta zoom del computador, sobre todo en imágenes intraorales. Una investigación de laboratorio mostró que la herramienta zoom al 100% no influye significativamente en el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries proximales de esmalte en radiografías bitewing (Valizadeh *et al.*, 2017). Sin embargo, la herramienta zoom mejoró el diagnóstico de lesiones de caries proximales dentinarias (Valizadeh *et al.*, 2017).

5.2.1.2.10 Detección asistida por computador (CAD del inglés *computer aided detection*)

CAD es una tecnología de Inteligencia Artificial diseñada para disminuir los descuidos de los radiólogos en la observación de los exámenes radiográficos y por lo tanto, disminuir los errores diagnósticos (Castellino, 2005). Esta tecnología ayuda al radiólogo a detectar posibles hallazgos en los exámenes radiográficos. Se trata de un software de reconocimiento de patrones en las imágenes radiográficas que identifica características sospechosas de la imagen y las pone en conocimiento del radiólogo (Bruno *et al.*, 2015). De

acuerdo a estudios prospectivos, el uso de CAD ha mejorado la detección de cáncer de mama (Castellino, 2005). Sin embargo, otros estudios no han mostrado diferencias significativas entre usar o no CAD en el diagnóstico de mamografías digitales (Cole *et al.*, 2014). En términos prácticos, el radiólogo debe revisar primero la imagen radiográfica, luego activa el software de CAD. Posteriormente, el radiólogo reexamina cualquier área marcada por el software antes de finalizar el diagnóstico (Bruno *et al.*, 2015). CAD se ha usado en radiología maxilofacial para la detección y diagnóstico de lesiones dentales y maxilofaciales (Katsumata & Fujita, 2014). Puede utilizarse en exámenes intra y extraorales 2D y también en tomografía computarizada de haz cónico (Tracy *et al.*, 2011). Permite la identificación de reabsorción ósea marginal, lesiones radiolúcidas como quistes, calcificaciones en las arterias carótidas o caries (Tracy *et al.*, 2011). Además, se pueden identificar anomalías en el seno maxilar e incluso osteoporosis, al evaluar la morfología de la cortical mandibular (Katsumata & Fujita, 2014). Se describe que el diagnóstico de osteoporosis utilizando CAD tiene una sensibilidad y especificidad de 90% (Katsumata & Fujita, 2014) (FIGURA 22).

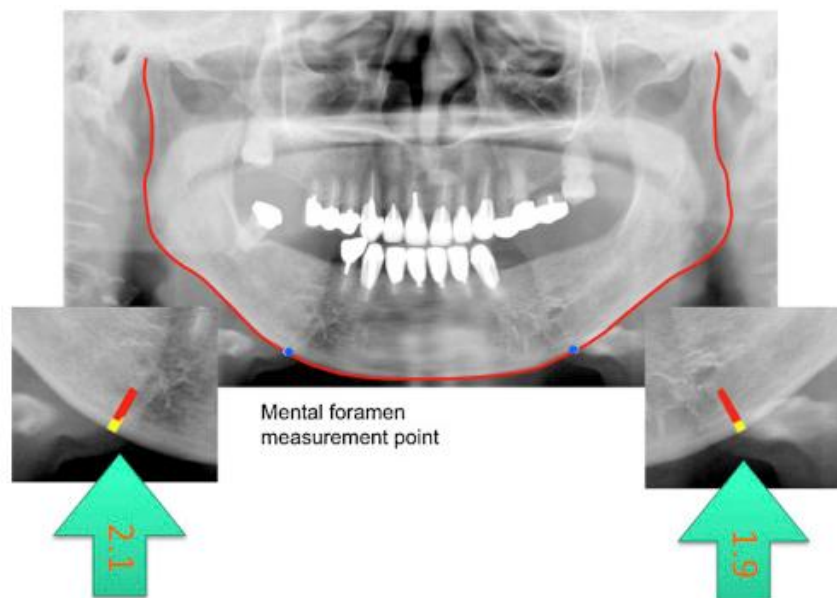


FIGURA 22: UTILIZACIÓN DE CAD PARA MEDIR EL GROSOR DE LA CORTICAL MANDIBULAR EN RADIOGRAFÍA PANORÁMICA. TOMADO DE PROGRESS OF COMPUTER-AIDED DETECTION/DIAGNOSIS (CAD) IN DENTISTRY (Katsumata & Fujita, 2014)

5.2.1.3 Volumen de trabajo

La cantidad de imágenes radiográficas que debe diagnosticar un radiólogo ha aumentado en comparación con la cantidad de radiólogos disponibles, lo cual obliga a aumentar la productividad, con la respectiva carga de trabajo asociada (Hosny *et al.*, 2018). McDonald *et al.*, encontraron que desde 1990 a 2010 en medicina han aumentado casi 7 veces la cantidad de imágenes que debe diagnosticar cada radiólogo (Waite *et al.*, 2017b), lo cual implica desafíos para que el radiólogo diagnostique todos los exámenes requeridos (Reiner, 2013). En algunos casos, un radiólogo promedio tendría que diagnosticar una imagen cada 3 a 4 segundos en un día laboral de 8 horas para satisfacer las demandas del volumen de trabajo (Hosny *et al.*, 2018). Este aumento en el volumen de trabajo, puede ser una posible causa de errores (Brady, 2017, Hosny *et al.*, 2018, Waite *et al.*, 2017a, Waite *et al.*, 2017b, Ikushima *et al.*, 2013).

Se ha reportado que la cantidad de errores diagnósticos para TC médico aumenta sustancialmente cuando el número de exámenes a diagnosticar excede un umbral diario de 20 (FiltzGerald, 2005). Existe la sensación por parte de los radiólogos que diagnostican demasiados estudios, demasiado rápido, sin el tiempo adecuado para cada caso en particular (Brady, 2017).

5.2.1.4 Jornada de trabajo

En la práctica clínica, los radiólogos pueden trabajar sin jornadas de trabajo definidas, por lo que podrían escoger bloques de trabajo que no necesariamente optimicen su desempeño (Waite *et al.*, 2016). Esto podría traducirse en mayores errores diagnósticos, ya que podrían pasarse por alto detalles importantes a considerar. Los diagnósticos radiográficos realizados más tarde en la jornada de trabajo son menos precisos (Stec *et al.*, 2018). Se ha sugerido que la fatiga visual es probablemente responsable de la falta de precisión del radiólogo. Por ejemplo, Gale *et al.*, encontraron una significativa caída de la sensibilidad en la detección de nódulos pulmonares en radiografías de tórax desde el inicio al término de la jornada de trabajo (Lee *et al.*, 2013).

Los turnos nocturnos son comunes en medicina y pueden conducir a errores diagnósticos, ya que generan privación del sueño y fatiga (Hanna *et al.*, 2016). Se recomienda que las jornadas de trabajo permitan al radiólogo la suficiente recuperación del sueño, lo cual contribuye a evitar la fatiga y con ello reducir los errores diagnósticos (Stec *et al.*, 2018). Se recomienda que ningún bloque de trabajo supere las 12 horas. La recuperación de sueño, tiene mayor importancia cuando se trata de turnos nocturnos (Stec *et al.*, 2018). Si bien en odontología, suele no haber turnos nocturnos para radiólogos maxilofaciales, en la época actual en que el telediagnóstico es habitual, el radiólogo puede realizar diagnósticos durante la noche, lo que podría afectar su capacidad diagnóstica, al estar más propenso a la fatiga.

5.2.1.5 Distracciones ambientales

Como ejemplos de distracciones ambientales se pueden enumerar ruidos de fondo, ruidos de teléfonos, interrupciones, conversaciones de otros radiólogos o de clínicos (Prabhu *et al.*, 2005a). También se consideran como distracciones ambientales la recepción de correos electrónicos u otras distracciones relacionadas con el uso de internet (Bruno *et al.*, 2015). Las distracciones ambientales pueden inducir a errores diagnósticos, ya que alteran la concentración del radiólogo.

Se considera que las llamadas telefónicas son una de las distracciones más frecuentes en el trabajo de los radiólogos (Yu *et al.*, 2014), y pueden afectar negativamente la precisión en el diagnóstico radiográfico (Balint *et al.*, 2014). El recibir una llamada telefónica puede generar discrepancias ante un mismo examen radiográfico médico, entre residentes y radiólogos al realizar los diagnósticos radiográficos (Balint *et al.*, 2014). Se ha reportado que la interrupción de un diagnóstico radiográfico por una llamada telefónica puede aumentar la posibilidad de error en un 12% (Balint *et al.*, 2014, Waite *et al.*, 2017b). Un estudio sobre el efecto de las distracciones ambientales en forma de llamadas telefónicas reportó que las mayores discrepancias en los diagnósticos radiográficos estuvieron presentes en fracturas de extremidades, infecciones torácicas y neumotórax (Waite *et al.*, 2017b). No se encontró investigaciones respecto del efecto de las llamadas telefónicas en la precisión del diagnóstico en radiología maxilofacial.

Si bien no todas las interrupciones en el trabajo son perjudiciales, se deben eliminar o disminuir aquellas distracciones que no aporten información con respecto al examen radiográfico y que hagan propenso al radiólogo a cometer errores (Waite *et al.*, 2017b, Balint *et al.*, 2014). Además, el tratante debe proporcionar al radiólogo la historia clínica

del paciente que sean necesarios para realizar el diagnóstico radiográfico, a través de la solicitud radiográfica (Robinson, 1997, European Society of Radiology, 2011). Con ello se evita la posibilidad de que el radiólogo tenga que interrumpir su diagnóstico para solicitarlos (Waite *et al.*, 2017b) y así pueda concentrarse en el diagnóstico radiográfico.

5.2.2 Factores relacionados con el radiólogo

Los factores relacionados con el radiólogo se muestran en la FIGURA 23.



FIGURA 23: FACTORES RELACIONADOS CON EL RADIÓLOGO

El radiólogo que realiza los diagnósticos radiográficos ha demostrado ser un factor preponderante en el proceso de diagnóstico radiográfico. Incluso puede ser un factor más importante que las condiciones de observación de los exámenes radiográficos con respecto a los errores diagnósticos de radiografías bitewing (Arnold, 1987, Moshfeghi *et al.*, 2015).

5.2.2.1 Fatiga

La fatiga se describe típicamente como cansancio, debilidad y energía agotada (Waite *et al.*, 2016). Tiene componentes tanto físicos como mentales y afecta la precisión en el diagnóstico radiográfico (Stec *et al.*, 2018). Según Krupinsky *et al.*, existe una relación inversamente proporcional entre la fatiga y la precisión en el diagnóstico radiográfico al analizar tanto radiografías convencionales como TC en medicina, al término de un día de diagnóstico radiográfico (Waite *et al.*, 2017b). Las consecuencias de la fatiga son perjudiciales para la salud de los radiólogos y pacientes, en caso de existir errores diagnósticos. Sin embargo, la falta de normativa con respecto a las jornadas de trabajo hace que los radiólogos continúen diagnosticando luego de extensas jornadas de trabajo, a pesar de esa fatiga (Stec *et al.*, 2018). En esta memoria se describen tres tipos de fatiga (FIGURA 24).

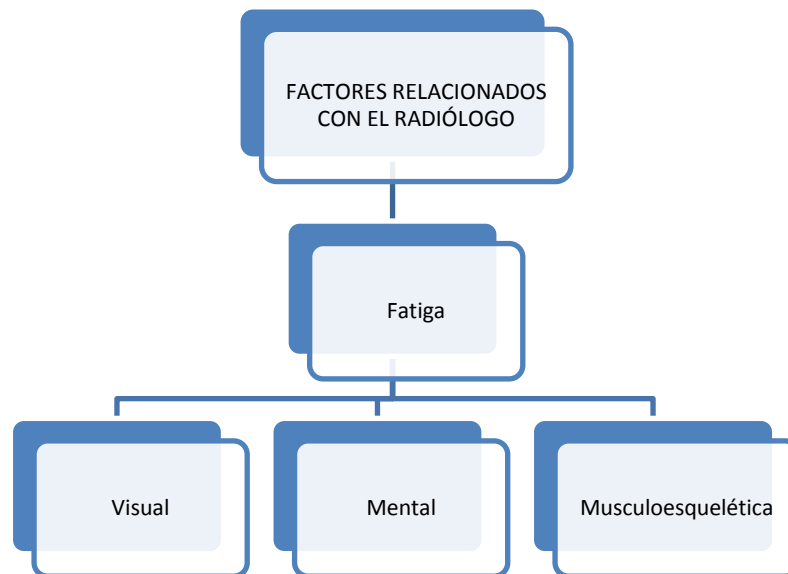


FIGURA 24: TIPOS DE FATIGA

5.2.2.1.1 Fatiga visual

La fatiga visual es una condición multidimensional, con componentes tanto físicos como mentales, de interés para los radiólogos, debido a que el diagnóstico radiográfico requiere en gran medida de la interpretación visual (Waite *et al.*, 2016). Por lo tanto, se considera la fatiga visual como una posible responsable de la disminución en el rendimiento del radiólogo (Stec *et al.*, 2018). La fatiga visual altera la percepción del radiólogo, disminuye la calidad en el diagnóstico y aumenta el tiempo de elaboración de los informes radiográficos (Stec *et al.*, 2018), vale decir, el tiempo entre la obtención del examen y el informe radiográfico finalizado (Johnson *et al.*, 2014, Krishnaraj *et al.*, 2010, Chang *et al.*, 2011, Minn *et al.*, 2015, Ganeshan *et al.*, 2018).

Actualmente se necesita aumentar la productividad en el trabajo en el área de radiología (Krupinsky *et al.*, 2010). Por lo tanto, el radiólogo debe optimizar el tiempo de elaboración de los informes radiográficos. Esto podría implicar reducir los tiempos de descanso y trabajar más horas. Estas condiciones se asocian con fatiga visual debido al aumento en la carga de trabajo (Waite *et al.*, 2016).

Entre los síntomas más severos que puede provocar la fatiga visual se encuentran la visión borrosa y la dificultad del ojo para enfocar, que aumentan con el número de imágenes diagnosticadas en la misma jornada (Stec *et al.*, 2018). La visión doble también puede ocurrir, pero es menos común y más difícil de medir objetivamente (Krupinsky & Berbaum, 2009). Vertinsky y Forster, encontraron que el 35% de los radiólogos reportó fatiga visual, causada principalmente por las horas de trabajo (Stec *et al.*, 2018). La fatiga visual aumentó aún más cuando el tiempo de trabajo superó las 6 horas (Stec *et al.*, 2018).

Los radiólogos son más propensos a cometer errores diagnósticos después de 10 horas de trabajo (Ruutiainen *et al.*, 2013).

Hay distintas escalas para evaluar la fatiga, por ejemplo, la *Brief Fatigue Scale*, que es subjetiva. Sin embargo, no hay un *gold standard* para realizar esta evaluación y las mediciones pueden variar dependiendo de la escala utilizada (Waite *et al.*, 2016).

Por otro lado, actualmente hay un aumento en el uso de computadores para diagnóstico radiográfico en los centros de salud. Por lo tanto, se recomienda usar computadores cuyos monitores cumplan con, al menos, las especificaciones técnicas mínimas para el diagnóstico radiográfico (ver sección 4.2.1.2 Condiciones de observación). Algunos autores recomiendan el uso de monitores médicos para evitar la fatiga, ya que los ojos y el cerebro cansados son más propensos a ocasionar errores diagnósticos (Prabhu *et al.*, 2005a).

El radiólogo puede pasar frente a un computador incluso una cantidad de horas equivalente a su jornada de trabajo. Después del uso prolongado del computador se perciben efectos como el *Efecto McCollugh*, que consiste en que los objetos blancos y negros se visualizan teñidos de color por un período transitorio de tiempo que puede durar hasta una hora. Este efecto puede producir que rejillas incoloras parezcan de color, dependiendo de la orientación de las rejillas. Es decir, si se mira alternadamente una rejilla horizontal roja y una rejilla vertical verde, una rejilla horizontal en blanco y negro podría verse verde; mientras que una rejilla vertical en blanco y negro, podría verse rosácea (FIGURA 25).

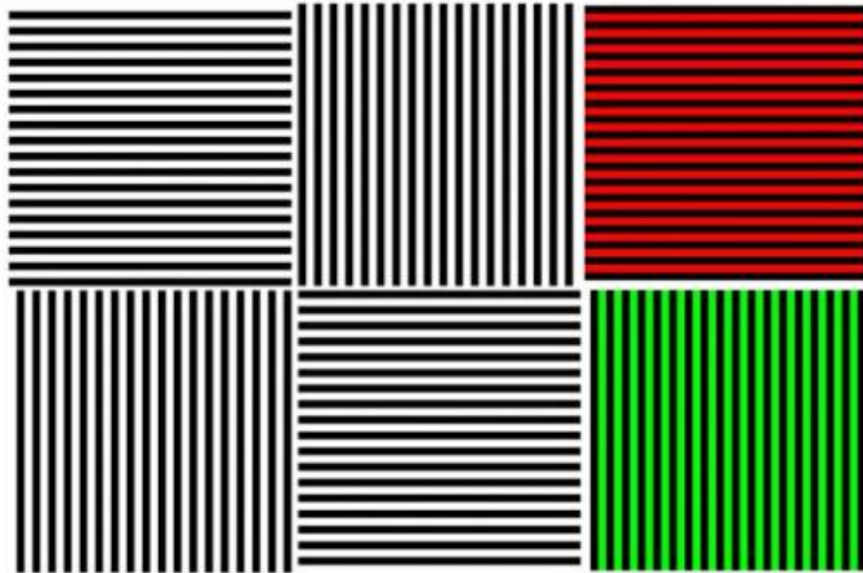


FIGURA 25: EFECTO McCOLLUGH⁷

El *Efecto McCollough* se atribuye a la adaptación de las neuronas de la corteza cerebral, que responden al color y la forma (Prabhu *et al.*, 2005a). En términos prácticos, este efecto podría implicar que la precisión diagnóstica podría verse alterada (McCollough, 1965).

Se ha estudiado el impacto de la fatiga visual en la detección de fracturas esqueléticas en radiografías digitales de mano, muñeca, tobillo, pie, huesos largos, hombro y costillas, comparando el inicio de la jornada de trabajo con el término de la misma, de 40 radiólogos y residentes de radiología (Krupinsky *et al.*, 2010). Esta investigación usó un cuestionario para medir la fatiga percibida en ambientes de trabajo y otro para medir fatiga visual. Se observó una reducción de la precisión en el diagnóstico radiográfico conforme avanza el

⁷ Tomado de
https://www.google.com/search?tbm=isch&sa=1&ei=S0ohXP_VJYObwATN5ZqgBw&q=efecto+mccollough+&oq=efecto+mccollough+&gs_l=img.3..35139j0i30j0i2414.13484.14677..15330...0.0..0.112.1100.9j4.....1...1..gws-wiz-img.c3-RFDI3EQI#imgrc=2lMzEhDnbK6UCM:
Revisado el 09/10/2018

día de trabajo, que se correlaciona con que los índices de fatiga fueron más altos al término de la jornada de trabajo (Krupinsky *et al.*, 2010).

Se ha reportado que los radiólogos tienen peor acomodación visual después de un día de realizar diagnósticos en radiografías médicas digitales, comparado con el comienzo de la jornada de trabajo (Krupinsky & Berbaum, 2009, Waite *et al.*, 2016). Esta dificultad en la acomodación visual puede hacer más difícil la detección de anomalías, ya sea reduciendo la precisión del radiólogo o necesitando tiempo adicional para realizar los diagnósticos (Waite *et al.*, 2016). La fatiga visual se presenta como cambios en la acomodación del ojo. La acomodación del ojo se refiere a la acción de los músculos ciliares que se contraen o relajan, alterando la curvatura de la lente del ojo para optimizar el enfoque de las imágenes en la retina (Krupinsky & Berbaum, 2009). La fatiga visual también genera cambios en la vergencia del ojo, que se refiere al movimiento simultáneo y sincronizado de ambos ojos en direcciones opuestas (Waite *et al.*, 2016). Además, la fatiga visual genera cambios en las respuestas de la pupila y parpadeo ocular. Los cambios mencionados resultan en una menor capacidad del ojo para mantener un foco visual en un punto en el espacio (Waite *et al.*, 2016), lo que pudiera, eventualmente, ocasionar errores diagnósticos en radiología maxilofacial.

Una forma de disminuir los errores diagnósticos relacionado con la fatiga es a través de la planificación del diseño de la sala de diagnóstico, que permita condiciones ergonómicas para el radiólogo (Hugine *et al.*, 2012). El término ergonomía proviene del griego *ergos* (trabajo) y *nomos* (leyes naturales). Es una disciplina orientada al diseño de los lugares de trabajo, herramientas y tareas. Esta disciplina tiene como propósito adecuar las condiciones de trabajo a las personas, diseñar sistemas de trabajo saludables y sustentables (Instituto de Salud Pública, 2016). En relación con el diagnóstico radiográfico, al diseñar la sala de diagnóstico se deben planificar factores como ubicación del computador, en relación a la distancia en que quedará de la vista del radiólogo (Prabhu *et al.*, 2005b, Krupinsky *et al.*,

2007, Hugine *et al.*, 2012). Si esta distancia es adecuada, ayuda a disminuir la fatiga visual del radiólogo, en extensas jornadas de trabajo, y con ello se reducen la posibilidad de ocurrencia de los errores diagnósticos.

La posición del monitor del computador debe estar un poco más alejada que la distancia desde los ojos hacia el teclado, considerando que la espalda de quien realiza los diagnósticos radiográficos debe estar apoyada al respaldo de la silla (Arenson *et al.*, 2003). El borde superior del monitor no debe ser más alto que el nivel de los ojos, ubicándose entre 15-50° bajo el nivel de los ojos. Se aconsejan distancias entre 51 y 75 cm desde los ojos al monitor para tener condiciones óptimas de observación, ya que existe mayor tensión visual a una distancia de 50 cm o menos, en comparación con una mayor distancia (Prabhu *et al.*, 2005b). En la FIGURA 26 se muestra la posición correcta para diagnosticar radiografías en un monitor.



FIGURA 26: POSICIÓN CORRECTA PARA DIAGNOSTICAR LAS RADIOGRAFÍAS EN UN MONITOR.

TOMADO DE GUÍA DE ERGONOMÍA. IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO DE OFICINA Y EL USO DE COMPUTADOR (Instituto de Salud Pública, 2016)

Si se ubica el monitor del computador demasiado alto, aumenta la fatiga visual y se genera visión borrosa, ya que incrementa la tasa de evaporación de lágrimas (Prabhu *et al.*, 2005b). La fatiga visual y la visión borrosa, podrían influir en la capacidad diagnóstica, ya que pudiesen no percibirse apropiadamente los detalles en la radiografía.

También se aconseja que el radiólogo mire por la ventana o se mire en un espejo, en intervalos de media hora aproximadamente, ya que ambas opciones generan alivio en la acomodación del ojo. Al mirarse en un espejo, la distancia de visualización se duplica (Prabhu *et al.*, 2005a), por lo que se genera un efecto similar al de mirar por la ventana.

5.2.2.1.2 Fatiga mental

Los radiólogos también pueden experimentar cansancio como consecuencia de la continua y prolongada toma de decisiones en el proceso de diagnóstico radiográfico (Brady, 2017). La fatiga mental puede aumentar conforme avanza la hora del día o en las últimas horas de la jornada de trabajo (Hosny *et al.*, 2018). Como consecuencia de la fatiga mental, los procesos cognitivos pudiesen no funcionar con normalidad. Además, se pueden tomar atajos en los procesos cognitivos, es decir, que no se cumpla la sistemática de diagnóstico, lo cual pudiese repercutir en errores diagnósticos. La fatiga mental puede conllevar a errores diagnósticos (Lee *et al.*, 2013), ya que hace al radiólogo propenso a tomar decisiones inexactas (Stec *et al.*, 2018). Este error puede ser más frecuente en estudiantes de la especialidad de radiología que en radiólogos maxilofaciales, y puede ser agravado dependiendo del horario en que se diagnostique (Brady, 2017).

Aquellos radiólogos que trabajan en bloques de trabajo prolongados, con tareas de alto volumen o de alta complejidad, son más propensos a sufrir fatiga mental (Lee *et al.*, 2013). Pese a que no se encontró investigaciones al respecto en radiología maxilofacial, posiblemente, las extensas jornadas de trabajo también conducen a fatiga mental y sus consecuencias en relación con errores diagnósticos.

5.2.2.1.3 Fatiga musculoesquelética

El proceso de diagnóstico radiográfico puede implicar para el radiólogo estar muchas horas de la jornada de trabajo sentado frente a un computador, lo que puede asociarse a fatiga musculoesquelética. Los radiólogos reportan malestar en el cuello, hombros, espalda baja y antebrazo, generado mientras realizan los diagnósticos radiográficos (Hugine *et al.*, 2012). Es posible que exista un nexo entre la fatiga musculoesquelética y los errores diagnósticos, ya que si el radiólogo se siente fatigado, pudiese no tomarse el tiempo necesario para diagnosticar correctamente. De este modo, se puede realizar el diagnóstico sin evaluar algunas zonas de interés de la imagen radiográfica, ya que el radiólogo puede tener la inclinación de terminar pronto de trabajar.

Para evitar fatiga musculoesquelética relacionada con la posición de trabajo del radiólogo, se deben considerar los siguientes aspectos ergonómicos. La altura de la silla debe ajustarse (Krupinsky *et al.*, 2007), quedando de tal modo que cuando los dedos de las manos del radiólogo se ubiquen en el teclado, sus antebrazos y manos queden horizontales (FIGURA 27). Los codos deben quedar verticalmente debajo de los hombros en un reposabrazos adecuado, y no se debe formar ningún ángulo con las muñecas. El teclado

debe estar directamente frente al radiólogo y paralelo al borde del escritorio (Prabhu *et al.*, 2005b). También se debe regular la altura del escritorio, iluminación de la sala de diagnóstico, respaldo de la silla óptimo al sentarse, posición correcta de la muñeca mediante apoya brazos. Esto evita la fatiga musculoesquelética del radiólogo al informar, y con ello se disminuye la cantidad de errores diagnósticos (Hugine *et al.*, 2012). Se recomiendan pausas frecuentes, levantarse y estirarse al menos cada media hora (Prabhu *et al.*, 2005b).

5.2.2.2 Ritmo de diagnóstico

Se ha señalado que realizar un diagnóstico radiográfico demasiado rápido, aumenta la cantidad de falsos negativos (Sabih *et al.*, 2011). Esto ocurre debido a que el radiólogo observa la radiografía por menos tiempo del necesario para reconocer las características de la lesión, pudiendo generarse errores por omisión o de reconocimiento (Waite *et al.*, 2017b). De acuerdo a Oestmann *et al.*, la precisión en la detección del cáncer de pulmón disminuye significativamente con la observación del examen radiográfico durante menos de 4 segundos (Waite *et al.*, 2017b). Sin embargo, también se ha descrito que el analizar demasiado tiempo una imagen, tiende a aumentar la cantidad de falsos negativos y falsos positivos (Sabih *et al.*, 2011). Por lo tanto, inclinarse por tiempos muy breves o muy extensos de observación del examen radiográfico, puede llevar a errores diagnósticos.

Para cada diagnóstico radiográfico, se recomienda utilizar un tiempo óptimo de observación. El tiempo de diagnóstico varía dependiendo de varios factores. Por ejemplo, de la técnica radiográfica a diagnosticar, ya que los exámenes radiográficos en 3D

requieren más tiempo para diagnosticar que los de 2D (Burling *et al.*, 2006). También influyen la complejidad de hallazgos, familiaridad del radiólogo con cada hallazgo en particular (Sabih *et al.*, 2011) y la experiencia del radiólogo (Burling *et al.*, 2006, Giovinco *et al.*, 2015). No se encontró investigaciones que reporten cuál es el tiempo ideal para el diagnóstico radiográfico de los distintos exámenes en radiología maxilofacial. Se ha descrito en radiología médica que los radiólogos usan menos tiempo para diagnosticar exámenes de colonografía cuando se acercan al final del día de trabajo (Burling *et al.*, 2006). Dicha investigación encontró que los radiólogos médicos diagnosticaron los últimos cinco casos de su jornada de trabajo un 29% más rápido que sus primeros cinco casos (Burling *et al.*, 2006). Este aumento en la velocidad de diagnóstico al finalizar la jornada sugiere que los radiólogos podrían ser menos cuidadosos hacia el final de una larga jornada de trabajo (Waite *et al.*, 2016, Burling *et al.*, 2006), lo que podría conllevar a errores diagnósticos. El hecho de diagnosticar en menos tiempo, podría estar asociado a fatiga o pérdida de concentración y también a una gran cantidad de exámenes por diagnosticar (Burling *et al.*, 2006). Si bien no se encontraron investigaciones que reporten que ante un aumento en el ritmo de diagnóstico, se presenten más errores diagnósticos, estas dos condiciones podrían relacionarse.

Un factor que puede influir en el ritmo de diagnóstico es la experiencia del radiólogo. Se ha observado que los radiólogos médicos experimentados diagnostican más rápido las colonografías que aquellos que tienen menos experiencia (Burling *et al.*, 2006). Además de necesitar menos tiempo para el diagnóstico, la experiencia determina menos errores diagnósticos (Giovinco *et al.*, 2015).

En el área maxilofacial, se ha evaluado la influencia de la experiencia del radiólogo en relación al ritmo de diagnóstico al diagnosticar radiografías panorámicas, comparando radiólogos orales y maxilofaciales con estudiantes de odontología de cuarto año (Turgeon & Lam, 2016). Dicha investigación encontró que los radiólogos orales y maxilofaciales

dedican menos tiempo en realizar los diagnósticos radiográficos que los estudiantes de odontología. En línea con lo anterior, Krupinsky y Kundel et al, determinaron que los radiólogos con experiencia requieren casi la mitad de tiempo para identificar una anomalía en radiografías panorámicas, en comparación con los estudiantes de odontología (Turgeon & Lam, 2016). Por otro lado, los radiólogos orales y maxilofaciales demoraban más tiempo que los estudiantes de odontología en identificar las imágenes radiográficas normales que las anormales. Por su parte, los estudiantes de odontología usaban aproximadamente el mismo tiempo en las imágenes radiográficas normales que las anormales (Turgeon & Lam, 2016). Esto confirma que la experiencia es uno de los factores que determina el ritmo de diagnóstico en radiología maxilofacial. Además, es posible asumir que los estudiantes de odontología, por lo general tienden a encontrar más normalidad; mientras que radiólogos maxilofaciales analizan más detalles, buscando variaciones de normalidad y posibles patologías.

Existen estudios que evalúan el patrón de movimiento ocular con equipos especializados (Bruno *et al.*, 2015, Suwa *et al.*, 2001, Mallet *et al.*, 2014, Giovinco *et al.*, 2015). Estos equipos detectan la ubicación de la mirada del radiólogo, determinando la cantidad de tiempo que observa cada área de la imagen. Este tiempo parece estar relacionado con la detección de anomalías en el examen radiográfico (Suwa *et al.*, 2001). Los hallazgos radiográficos que no se detectan, en algunas ocasiones, coinciden con áreas de la imagen radiográfica que se han observado por más tiempo (Bruno *et al.*, 2015). De hecho, en algunas ocasiones, la observación de los radiólogos puede detenerse o regresar con frecuencia al área de una imagen que contiene una anomalía que finalmente no se detecta (Bruno *et al.*, 2015). Un estudio analizó el patrón de movimiento ocular de ocho dentistas al realizar el diagnóstico de exámenes de tomografías computarizadas de haz cónico (Suwa *et al.*, 2001). Uno de los parámetros que se evaluó fue el tiempo requerido para discriminar entre imágenes normales y patológicas. Cuando los dentistas diagnosticaban exámenes normales, dedicaban más tiempo a observar múltiples puntos antes de completar el diagnóstico, mientras que en presencia de alguna patología en el examen, el tiempo

empleado para la observación era menor. Estos resultados pueden estar relacionados con el Error de Satisfacción de Búsqueda, ya que ante la presencia de una patología, se deja de buscar un segundo posible hallazgo (ver sección 4.2.2.4 Satisfacción de Búsqueda).

5.2.2.3 Interpretación

El proceso de interpretación ocurre luego de escanear la radiografía con los ojos (Waite *et al.*, 2017b). En los ojos se producen movimientos de sacudidas intercalados con períodos de fijación. Las sacudidas permiten capturar o detectar imágenes instantáneas en la fovea, la cual tiene la cantidad de fotorreceptores suficientes para proporcionar una visión de alta resolución (Waite *et al.*, 2017b). Se describe que la toma de decisiones para llegar a un diagnóstico radiográfico tiene un doble proceso (Brady, 2017). El primero, es automático e involucra una identificación rápida de anomalías utilizando la visión periférica (Waite *et al.*, 2017b). El segundo, involucra procesos más lineales y deliberados (Brady, 2017), en donde la visión central realiza un análisis sistémico de objetos específicos (Waite *et al.*, 2017b). Posteriormente este análisis se combina con la memoria a largo plazo para tomar una decisión final (Brady, 2017). En radiología, el reconocimiento de patrones que conduce a un diagnóstico inmediato, se corresponde con el primer proceso. El análisis que ocurre cuando el patrón de anormalidad no se reconoce al instante, se corresponde con el segundo proceso. El proceso de interpretación en el diagnóstico radiográfico, se realiza entre estas dos formas de razonamiento (Brady, 2017).

El error de interpretación puede definirse como “cualquier discrepancia en la interpretación que se desvía sustancialmente del consenso de los pares en una definición

razonable y comúnmente aceptada” (Brady, 2017). Así, la definición de incorrecto debe establecerse por una opinión experta (Waite *et al.*, 2017b). Los errores de interpretación se producen cuando los hallazgos radiográficos son interpretados erróneamente (Goyoaga Elizalde, 2012). Por ejemplo, describir una lesión maligna como estructura normal (Pinto & Brunese, 2010). Puede generarse incluso en profesionales experimentados, que diagnostican imágenes de buena calidad y que cuentan con la historia clínica necesaria (Goyoaga Elizalde, 2012).

Los errores de interpretación pueden producirse por la influencia de un informe radiográfico previo, en donde el radiólogo lee el antiguo informe antes de mirar las radiografías más recientes (Pinto *et al.*, 2011). De esta manera, si el primer radiólogo no detectó alguna anomalía, es probable que el segundo radiólogo cometa el mismo error (Pinto & Brunese, 2010, Sabih *et al.*, 2011, Pinto *et al.*, 2011, Bruno *et al.*, 2015). Otra forma posible en que se produzcan errores de interpretación podría deberse a la influencia de la experiencia personal de cada radiólogo. Esto se refiere a que el radiólogo puede pensar que un diagnóstico en particular es raro porque nunca ha visto una patología determinada antes (Goyoaga Elizalde, 2012). Así el radiólogo podría diagnosticar erróneamente una patología poco frecuente, asignando un diagnóstico de una patología más frecuente y más conocida por el radiólogo. Del mismo modo, si un hallazgo no se ha encontrado en mucho tiempo por el radiólogo, podría no diagnosticarse (Sabih *et al.*, 2011, Waite *et al.*, 2017b). También puede generarse errores de interpretación debido a las experiencias recientes, las que podrían modificar el diagnóstico radiográfico propuesto por el radiólogo (Waite *et al.*, 2017b). Por ejemplo, si el radiólogo ha visto una determinada patología recientemente, la tendencia es pensar en la misma patología para un paciente nuevo. Es decir, el radiólogo tiene un diagnóstico en mente y dirige su atención a las características específicas que concuerdan con este diagnóstico (Waite *et al.*, 2017b).

Para realizar el proceso de interpretación, debe realizarse el reconocimiento de una lesión en una radiografía. Durante el diagnóstico radiográfico hay varias etapas que ocurren en el cerebro que conducen al reconocimiento de una lesión. Estas etapas son consecutivas e incluyen detección, localización e identificación (Sabih *et al.*, 2011). Si no se realiza la detección de la lesión, los pasos posteriores que conducen al diagnóstico no se pueden ejecutar (Waite *et al.*, 2016), es decir, el radiólogo pudiese fijarse en el territorio de la lesión, pero no detectarla. Posteriormente, se debe localizar la lesión e identificar de que lesión se trata, entre de una amplia gama de posibilidades. El reconocimiento de una lesión y la precisión con la que se analizan las imágenes radiográficas dependen, en parte, de los parámetros físicos de la imagen, tales como densidad, contraste, brillo y nitidez. Sin embargo, también hay factores neurofisiológicos, psicológicos y psicoemocionales que influyen en el radiólogo en la interpretación de las imágenes radiográficas (Sabih *et al.*, 2011). Por ejemplo, el estado de alerta, fatiga, tiempo de observación, cualquier factor que genere distracción, anomalías visuales, entre otros (Pinto & Brunese, 2010). Los errores de interpretación también pueden desencadenarse por una situación en particular, por ejemplo, ciertos sesgos emocionales asociados con la interacción directa con el paciente. En este caso, la relación de parentesco o cercanía (Lee *et al.*, 2013) podría hacer que el juicio profesional del radiólogo se altere.

Si bien han existido avances tecnológicos en la calidad de las imágenes, no hay evidencia de que ello constituya una mejora en las capacidades de interpretación del cerebro y ojo humanos (Waite *et al.*, 2017b). Por este motivo, estas mejoras tecnológicas, no contribuyen a prevenir el error de interpretación.

Baghdady *et al.* propusieron dos enfoques para realizar la interpretación de imágenes en radiología oral y maxilofacial (Turgeon & Lam, 2016) y disminuir los errores de interpretación. El primer enfoque involucra un análisis sistemático y analítico que permite identificar y analizar las características radiográficas de una anomalía, es decir,

ubicación, tamaño, forma, bordes, estructura interna y efectos en las estructuras circundantes. Además, estos autores señalan que se debe asociar las características presentes en la imagen radiográfica, con alguna enfermedad en particular y hacer una interpretación basada en los hallazgos. Este primer enfoque es usado para enseñar a estudiantes de radiología a interpretar imágenes, evita cometer errores y sacar conclusiones prematuras. Un segundo enfoque, es usado predominantemente por radiólogos expertos y consiste en un análisis automático, sin considerar características radiográficas individuales. En esta segundo enfoque, en primera instancia se realiza una interpretación provisoria, luego se realiza una búsqueda de características radiográficas individuales que apoyan la interpretación inicial (Turgeon & Lam, 2016).

Otra posible solución a los errores de interpretación puede ser la revisión por pares, es decir, la revisión de los informes radiográficos por un segundo radiólogo, con el objetivo de detectar posibles errores y corregirlos oportunamente. Esta técnica se describe como una herramienta esencial para evaluar el trabajo de los radiólogos y para mejorar la precisión en el diagnóstico (Lee *et al.*, 2013, du Toit *et al.*, 2015), en caso de haber discrepancias. La revisión por pares resulta ser eficiente si es continua y sistemática (Lee *et al.*, 2013). Sin embargo, es posible que la revisión por pares no sea utilizada de manera generalizada debido a los costos económicos que implican la mayor cantidad de radiólogos o la mayor cantidad de tiempo destinado a esta revisión (Waite *et al.*, 2017b).

5.2.2.4 Satisfacción de búsqueda

La satisfacción de búsqueda se define como la tendencia a detener la búsqueda de una anomalía una vez que se identifica un diagnóstico como probable y el radiólogo queda satisfecho con ese diagnóstico, deteniendo la evaluación del examen radiográfico (Lee *et al.*, 2013, Pinto *et al.*, 2011, Bruno *et al.*, 2015, Waite *et al.*, 2017b, Ganeshan *et al.*, 2018). En consecuencia, un segundo hallazgo podría permanecer sin ser detectado después de la detección del primero en la misma radiografía (Berbaum *et al.*, 1991, Sabih *et al.*, 2011). Este segundo hallazgo podría ser incluso más significativo que el primero (Sabih *et al.*, 2011).

La satisfacción de búsqueda se ha reportado en fracturas múltiples cervicales y pélvicas observadas en TC (Berbaum *et al.*, 2007). En esta investigación, el descubrimiento de una fractura en una imagen interfirió en la detección de otras fracturas sutiles en otra imagen radiográfica del mismo paciente. De acuerdo a esta investigación, hay una relación inversamente proporcional entre la gravedad de las fracturas y la pérdida de información para el diagnóstico. Es decir, mientras la fractura sea de mayor gravedad, existen menos probabilidades de que una segunda fractura no sea diagnosticada por el radiólogo. En otro estudio que evaluaba TC de tórax, en que se agregaban nódulos pulmonares simulados, se encontró que agregar nódulos no afectó el tiempo de inspección del radiólogo (Berbaum *et al.*, 2015), ya que una vez encontrado un hallazgo, el radiólogo continuaba analizando la radiografía. Por lo tanto, en este último estudio no se genera el error de satisfacción de búsqueda, lo que es diferente en relación a estudios previos. Una posible explicación que los autores plantean es que con el paso de los años los radiólogos se han vuelto más conscientes de los efectos del error de satisfacción de búsqueda.

No se encontró ningún estudio que de reportes de este tipo de error en el área maxilofacial, aunque esto no significa que este error no pueda ocurrir en esta área.

Como posible solución a este tipo de error el radiólogo debiera ser disciplinado en la búsqueda y preguntarse ¿qué otros hallazgos hay? (González Vásquez, 2016). Otra posible estrategia para corregir el error de satisfacción de búsqueda es utilizar una sistemática de análisis de las imágenes radiográficas, realizando una lista de verificación (Lee *et al.*, 2013, Ganeshan *et al.*, 2018).

5.2.2.5 Banco de memoria

El término “banco de memoria” se refiere al conocimiento y entrenamiento que tiene el radiólogo, para poder diagnosticar una radiografía (González Vásquez, 2016).

Todas las personas involucradas en radiología maxilofacial deben recibir un entrenamiento adecuado para el desempeño de sus funciones. Se requiere entrenamiento en la utilización de los equipos radiográficos que se utilizan (Srinivasa & Brooks, 2015). Sobre todo en casos, en que, por ejemplo, se adquiere un nuevo equipo o existen mejoras tecnológicas en radiología digital (European Commission, 2004). Además, se requieren educación continua y capacitación permanente con respecto a condiciones de normalidad y de las múltiples enfermedades existentes en el territorio maxilofacial (Srinivasa & Brooks, 2015, Whaites & Drage, 2014). Si existe desconocimiento de las condiciones de

normalidad y de patología que se pueden presentar en la región maxilofacial, podrían desencadenarse errores diagnósticos.

Se ha señalado que “El problema de errores diagnósticos no puede ser resuelto sin educación, pero tampoco puede ser resuelto solo con educación” (Lee *et al.*, 2013). Esto implica que es importante el conocimiento que el radiólogo posee con respecto al territorio maxilofacial, y con ello se evitan errores diagnósticos. Sin embargo, la presente memoria muestra que los errores diagnósticos son multifactoriales, e influyen, por ejemplo, condiciones de observación, iluminación, uso de negatoscopio, sistema de magnificación.

Para evitar errores diagnósticos relacionados a “banco de memoria” se debe procurar que el radiólogo maxilofacial reciba capacitación y perfeccionamiento continuos, ya que no se diagnostica lo que no se conoce (Ortega & García, 2002). Además, el radiólogo debe comprender el contexto del examen, para saber qué buscar, dónde y por qué, manteniendo la mente abierta a hallazgos nuevos o inesperados (Sabih *et al.*, 2011). Los aspectos relacionados con banco de memoria aplican tanto a radiología médica como maxilofacial.

5.2.2.6 Experiencia del radiólogo

El diagnóstico de una radiografía involucra la interpretación de la misma. No es lo mismo que leer un texto, en cuyo caso hay un conjunto de letras que forman una palabra y todos pueden ver las mismas letras y leerlas. El caso del diagnóstico radiográfico es más complejo e involucra múltiples factores, uno de los cuales es la experiencia del radiólogo

(Goldman *et al.*, 1972). La experiencia del radiólogo puede ser medida por la cantidad de casos de alguna patología específica que el radiólogo vea en un período de tiempo determinado (van Vliet *et al.*, 2008). En otros casos, para establecer la experiencia del radiólogo, se utiliza como indicador el tiempo que éste lleva desempeñando la especialidad (Burling *et al.*, 2006, Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014, Kim *et al.*, 2011).

Se ha señalado que los radiólogos expertos obtienen una mayor sensibilidad en el diagnóstico de lesiones en radiografías médicas en comparación con los radiólogos no expertos (Nakashima *et al.*, 2013). De hecho, se ha observado que la experiencia del radiólogo médico es relevante en exámenes de TC para determinar la presencia de metástasis en pacientes con cáncer cardíaco, esofágico o gástrico (van Vliet *et al.*, 2008). En dicha investigación, los radiólogos expertos fueron aquellos que trabajaban en un centro de referencia oncológico, con un flujo de más de 100 pacientes con cáncer cardíaco, esofágico o gástrico al año. Por otro lado, los radiólogos no expertos trabajaban en un centro regional con baja frecuencia de pacientes con cáncer cardíaco, esofágico o gástrico, es decir, menos de 10 pacientes por año. Los radiólogos expertos hicieron un diagnóstico correcto de la presencia o ausencia de metástasis a distancia en los exámenes radiográficos evaluados con casi tres veces más frecuencia que los radiólogos no expertos (van Vliet *et al.*, 2008).

A nivel odontológico, se ha evaluado la influencia de la experiencia del radiólogo maxilofacial al diagnosticar radiografías panorámicas en diferentes tipos de monitores (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014). Se ha observado que un radiólogo con mayor experiencia no difiere significativamente en sus diagnósticos radiográficos de radiografías panorámicas al utilizar diferentes monitores. Sin embargo, un radiólogo con menos experiencia requiere un monitor de alta calidad utilizado en condiciones óptimas de observación para el diagnóstico de radiografías panorámicas. Por lo tanto, se concluye que para el diagnóstico de estructuras anatómicas y lesiones patológicas en radiografías panorámicas, la

experiencia del radiólogo es incluso más importante que las condiciones de observación e iluminación en las que se realiza el diagnóstico radiográfico (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014). En línea con lo anterior se ha observado que al utilizar un monitor de 6 megapíxeles y niveles de iluminación ambiental tenues, el radiólogo menos experimentado realiza menos errores diagnósticos, que con un *tablet* (Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014). Además, se ha observado que los radiólogos menos experimentados tienen menor capacidad de diagnóstico que los radiólogos maxilofaciales con más de 15 años de experiencia al diagnosticar radiografías panorámicas digitales con un LCD de color (Nexview1830, Dicon Co. Ltd., Seúl, Corea) (Kim *et al.*, 2011). Esta reducción en la capacidad diagnóstica puede traducirse en errores diagnósticos para detectar cambios inflamatorios en el piso de seno maxilar.

Las investigaciones mencionadas permiten establecer que, principalmente en radiólogos poco experimentados, las condiciones de observación de las imágenes radiográficas deben ser ideales, para disminuir los errores diagnósticos (Kim *et al.*, 2011, Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014).

Existiría un patrón de observación distinto de los exámenes radiográficos, determinado por la mayor o menor experiencia de los radiólogos (Giovinco *et al.*, 2015). Se ha reportado la comparación entre radiólogos orales y maxilofaciales versus estudiantes de cuarto año de odontología, en el diagnóstico de radiografías panorámicas (Turgeon & Lam, 2016). En dicha investigación, se evaluaron parámetros oculares como fijación, sacudida y parpadeo. Fijación es el acto o instancia de enfocar los ojos en un objeto, vale decir, el tiempo en el que el ojo permanece en un solo lugar. Sacudida es un pequeño movimiento desigual rápido de un ojo, es decir, es el camino del movimiento ocular hecho entre cada fijación. Parpadear es cerrar y luego abrir los ojos, muy rápido (Turgeon & Lam, 2016). Estos autores mostraron que los radiólogos orales y maxilofaciales tienen menos períodos de fijación con movimientos de sacudidas más largos, en comparación con los estudiantes de

odontología. Por otro lado, los radiólogos orales y maxilofaciales realizaron una mayor cantidad de sacudidas en los ojos para las imágenes de normalidad en comparación con los estudiantes de odontología. Sin embargo, en las imágenes radiográficas que presentaban alguna patología o anomalía, los radiólogos realizaban menos sacudidas en los ojos (Turgeon & Lam, 2016). Si bien la literatura no lo señala expresamente, es esperable que el distinto patrón de movimientos oculares relacionado con la experiencia, también esté relacionado con la disminución de los errores diagnósticos.

5.3 Errores en la elaboración y entrega del informe radiográfico

El informe radiográfico es un documento médico legal que permite la comunicación escrita entre el radiólogo y el tratante (Société Française de Radiologie, 2007). En el informe radiográfico se resumen los resultados y observaciones del examen radiográfico, que permiten al tratante tomar decisiones en torno a la planificación de un tratamiento (Ortega & García, 2002). Por ejemplo, se puede decidir extraer un diente supernumerario que sea detectado en el examen radiográfico. Por lo tanto, un informe radiográfico claro, junto con el examen clínico y anamnesis del paciente, proporciona una buena evidencia que conduce a la decisión de un tratamiento (Shelley, 2018).

El informe radiográfico es el producto comunicacional más importante en el trabajo de los radiólogos (Ortega & García, 2002, European Society of Radiology, 2011), y refleja su experiencia y capacidad (Srinivasa & Brooks, 2015, Ganeshan *et al.*, 2018). Por lo tanto, el radiólogo debe ser cuidadoso, tanto en los contenidos técnicos del informe radiográfico, como en las observaciones que realiza (Ortega & García, 2002, Bruno *et al.*, 2015). Un

informe radiográfico meticuloso y bien escrito favorece una buena comunicación entre el radiólogo y el tratante (Srinivasa & Brooks, 2015). El informe radiográfico debe ser escrito de una manera clara y sin ambigüedades y cumple su función sólo si la información es recibida por los destinatarios de manera oportuna y comprensible (Reiner, 2013).

En el proceso de elaboración y entrega del informe radiográfico se pueden generar diversos errores, que se muestran en la FIGURA 27.

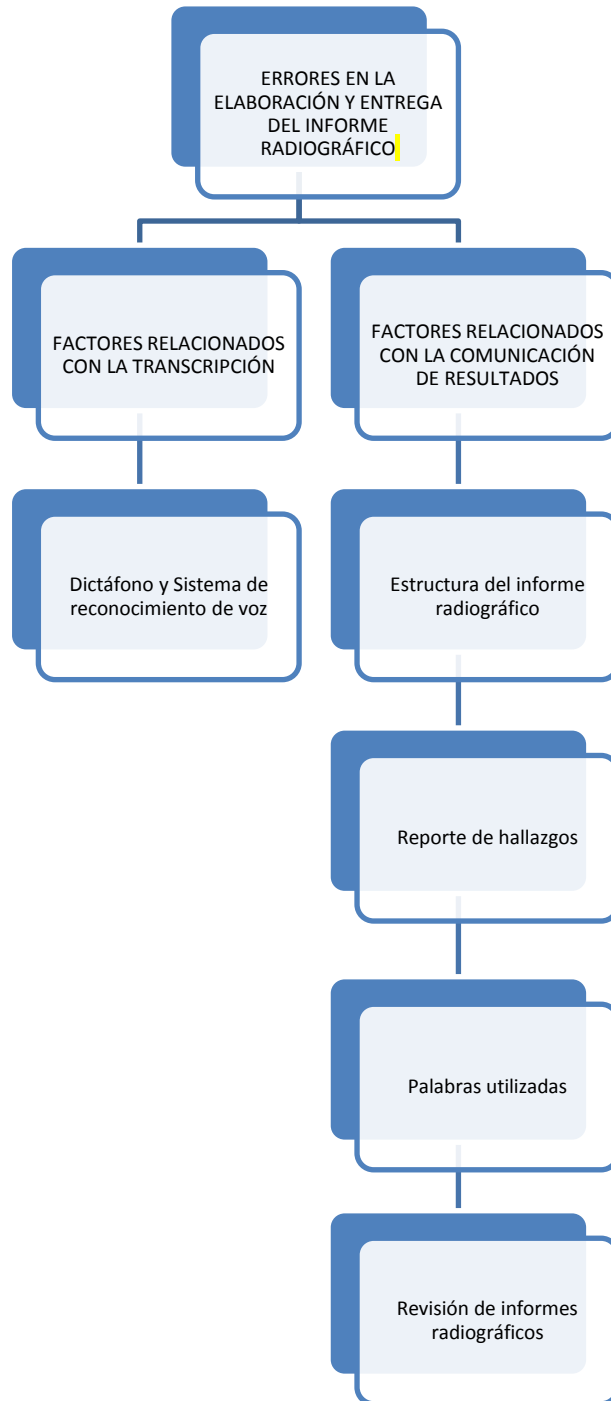


FIGURA 27: ERRORES EN LA ELABORACIÓN Y ENTREGA DEL INFORME RADIOGRÁFICO. Considerar que las primeras dos líneas de la figura corresponden a una estructura jerarquizada. A partir de ahí, los factores son independientes uno de otro. En la presente figura se ordenan los factores de forma vertical solo por motivos de espacio.

5.3.1 Factores relacionados con la transcripción

La transcripción del informe radiográfico es el proceso en el cual la información analizada y procesada por el radiólogo es puesta por escrito para que pueda llegar al tratante y al paciente (European Society of Radiology, 2011).

El proceso de transcripción puede realizarse ayudado de dictáfonos, que son aparatos que permiten grabar y reproducir las grabaciones para su posterior transcripción. También puede ser ayudado por sistemas de reconocimientos de voz. Sin embargo, en el proceso de transcripción pueden generarse errores, que se mencionan a continuación.

5.3.1.1 Dictáfono y sistema de reconocimiento de voz

Un método de elaboración de informes radiográficos alternativo a la transcripción convencional es la utilización de dictáfonos (por ejemplo, *Dictaphone Boomerang*, Stratford, CT, Estados Unidos), los cuales permiten al radiólogo dictar el informe radiográfico. El dictado del informe radiográfico se almacena como copia digital. Luego el informe radiográfico es transcrito manualmente (McEnery *et al.*, 2000). Se ha encontrado que el 9,3% de los informes radiográficos realizados con dictáfonos contenían errores y el 2,3% de estos errores tenían un impacto clínico potencial (du Toit *et al.*, 2015).

Por otro lado, están los sistemas de reconocimiento de voz, tales como, *Dragon Naturally Speaking* de la empresa Nuance⁸; *VoiceDoc* de Dictran⁹ y *M*Modal* de eRAD¹⁰. Los sistemas de reconocimiento de voz constituyen una herramienta útil debido a que permiten dictar textos al computador en lugar de teclearlos. Permiten dictar en varios idiomas, revisar el texto dictado y editarlo, o dejar que el programa lo lea en voz alta (Serrahima, 2009). Los sistemas de reconocimiento de voz se componen de micrófonos, que convierten el sonido en señales eléctricas; tarjetas de sonido, que digitalizan las señales eléctricas; y software, que convierte los datos en palabras a través de un texto. Algunos sistemas de reconocimiento de voz presentan accesorios suplementarios, como por ejemplo, plantillas o diccionario de términos de patologías. Incluso algunos sistemas son compatibles con tecnologías de almacenamiento de información médica, imágenes de exámenes radiográficos y de comunicación entre profesionales (Strickland, 2000).

Se ha señalado que el sistema de reconocimiento de voz aumenta la productividad y optimiza el flujo de trabajo, disminuyendo el tiempo de elaboración de informes radiográficos, es decir, el tiempo entre la obtención del examen y el informe radiográfico finalizado (Johnson *et al.*, 2014, Krishnaraj *et al.*, 2010, Chang *et al.*, 2011, Minn *et al.*, 2015, Ganeshan *et al.*, 2018). Al comparar el tiempo de dictado y transcripción de los informes radiográficos se ha reportado que los informes radiográficos que usaron sistema de reconocimiento de voz tardaron un 50% más en dictarse a pesar de ser un 24% más cortos que los transcritos convencionalmente (Pezzullo *et al.*, 2008). Además, se ha estudiado el tiempo de elaboración de informes radiográficos médicos utilizando sistemas de reconocimiento de voz en un departamento de radiología de un hospital académico (Krishnaraj *et al.*, 2010). En esta investigación, el tiempo promedio de elaboración de informes radiográficos disminuyó de 28 horas a 12,7 horas luego de la implementación del sistema de reconocimiento de voz (Krishnaraj *et al.*, 2010). Sin embargo, se ha reportado

⁸ <https://dragon-naturallyspeaking-premium.softonic.com/>

⁹ <https://voicedocs.com/>

¹⁰ <https://mmodal.com/>

que los informes radiográficos elaborados usando sistemas de reconocimiento de voz, contienen mayor cantidad de errores que la transcripción convencional (Minn *et al.*, 2015, du Toit *et al.*, 2015, Brady, 2017, Motyer *et al.*, 2016). Según Hawkins *et al.*, aproximadamente el 33% de los informes radiográficos realizados con sistemas de reconocimiento de voz contenían errores gramaticales o de traducción (Waite *et al.*, 2017a) que cambian el significado de la frase u oración. Otros autores han encontrado 5,1 errores por informe radiográfico médico al usar sistema de reconocimiento de voz (Pezzullo *et al.*, 2008). En relación con el impacto clínico potencial de los errores diagnósticos presentes en los informes radiográficos, al utilizar sistemas de reconocimiento de voz, las investigaciones muestran resultados contradictorios. Se ha reportado que el 90% de los informes radiográficos realizados con sistema de reconocimiento de voz tenían errores antes de la aprobación del informe y el 10% de los informes finalizados tenían errores (Pezzullo *et al.*, 2008). Estos autores encontraron errores de puntuación, palabras mal escritas, errores de espaciado y ninguno de estos errores fueron significativos con respecto a la atención médica del paciente (Pezzullo *et al.*, 2008). Sin embargo, otra investigación encontró que de los informes radiográficos realizados con sistema de reconocimiento de voz, el 25,6% contenía errores, de los cuales el 9,6% eran clínicamente significativos (du Toit *et al.*, 2015). Estos errores incluían sustitución incorrecta de palabras, frases sin sentido, palabras omitidas.

En relación con sistemas de reconocimiento de voz, un estudio retrospectivo analizó aleatoriamente 50 informes radiográficos de un período de 6 meses, realizados por 19 radiólogos médicos con experiencia en el uso de sistema de reconocimiento de voz (Chang *et al.*, 2011). Los exámenes analizados eran radiografías digitales 2D, ultrasonido, TC, RM, medicina nuclear y exámenes angiográficos (Chang *et al.*, 2011). En los informes radiográficos se evaluó errores en las siguientes categorías: sustitución incorrecta de palabras, supresión, puntuación, cambio de frase y frase sin sentido. Estos autores encontraron un mayor porcentaje de errores en los informes radiográficos de ultrasonido, TC, RM, medicina nuclear y angiografía (38%), y uno menor en los informes radiográficos

en 2D (6%). Esta información concuerda con otra investigación que reportó que los informes radiográficos de TC tenían 0,04 errores por oración, mientras que los informes de exámenes en 2D tenían 0,03 errores por oración (Motyer *et al.*, 2016). En esta investigación hubo una amplia variación porcentual de errores diagnósticos en los informes radiográficos entre radiólogos, lo cual es un factor a considerar, ya que pudiesen existir muchas etiologías posibles para los errores interobservadores (Chang *et al.*, 2011). Los autores encontraron además, que la cantidad de errores se relaciona con la extensión y tipo de informe radiográfico, debido a que cuanto más corto y menos complejo sea el examen, los errores se hacen menos probables (Motyer *et al.*, 2016, Chang *et al.*, 2011). Otras causas de errores en el uso de sistemas de reconocimiento de voz, son problemas de pronunciación y claridad, velocidad del dictado por parte del radiólogo y la carencia de precisión al revisar los informes radiográficos (Chang *et al.*, 2011). También se ha encontrado que hay mayor cantidad de errores al usar sistema de reconocimiento de voz en radiólogos que no usan el inglés como primera lengua, al elaborar informes radiográficos en inglés (du Toit *et al.*, 2015).

Una revisión sistemática sobre sistemas de reconocimiento de voz y su uso por profesionales de la salud (Johnson *et al.*, 2014) analizó los sistemas de reconocimiento de voz, en términos de productividad, tiempo de elaboración de los informes y cantidad de informes realizados en un período de tiempo determinado. Si bien los informes de los que habla esta revisión no son radiográficos son del área de la salud (Johnson *et al.*, 2014) y puede extrapolarse a la radiología. Estos autores encontraron que si bien, la mayoría de los informes analizados reporta una disminución significativa en el tiempo de elaboración de los informes, lo que repercute en ahorro de dinero, también se presenta mayor cantidad de errores.

No existe acuerdo en la literatura en relación con la cantidad de errores gramaticales, puntuación y ortografía al usar transcripción convencional versus sistema de

reconocimiento de voz. Se reporta que la transcripción convencional es ligeramente más precisa, asociándose a menor cantidad de errores (Al-Aynati & Chorneyko, 2003). Sin embargo, otra publicación reporta que los informes generados con sistema de reconocimiento de voz no tenían errores gramaticales, de puntuación ni ortografía; mientras que con transcripción convencional si se presentaban este tipo de errores (Northern Sydney Local Health District, 2012).

En el uso del sistema de reconocimiento de voz son importantes las condiciones óptimas de sonido. No debe haber ruido de fondo de teléfonos, presencia de otros radiólogos dictando en la misma sala, ni actividades ruidosas en áreas cercanas (Prabhu *et al.*, 2005b). Estas interrupciones pueden generar errores diagnósticos, al afectar la concentración del radiólogo que realiza el diagnóstico radiográfico. Además, cualquier ruido externo pudiese interferir, interrumpiendo y alterando la transcripción del mensaje. En base a lo anterior se sugiere el uso de materiales amortiguadores acústicos en la sala de diagnóstico que utilicen este sistema de transcripción, como alfombras o paneles fonoabsorbentes (Prabhu *et al.*, 2005a).

Para reducir la cantidad de errores asociados a uso de dictáfonos o sistemas de reconocimiento de voz, es necesario usar un micrófono que funcione correctamente, reducir los niveles de ruido ambiental y ser meticuloso en la revisión de los informes radiográficos (Waite *et al.*, 2017a).

5.3.2 Factores relacionados con la comunicación de resultados

Luego de la elaboración del informe radiográfico, éste debe ser entregado al tratante y al paciente, realizándose de este modo la comunicación de resultados del examen radiográfico.

El informe radiográfico constituye un método de comunicación unidireccional. Una vez que se ha enviado el informe radiográfico, el radiólogo asume que el tratante asimilará correctamente la información del informe radiográfico (Ramírez *et al.*, 2007). En base al informe radiográfico, el tratante determina un plan de tratamiento oportuno y preciso. Sin embargo, la información contenida en el informe radiográfico no siempre es bien entregada por el radiólogo ni comprendida por el tratante (Reiner, 2013).

Un estudio que evaluó informes radiográficos médicos, reportó errores en la comunicación de resultados en un 47,6% de las imágenes médicas (Siewert *et al.*, 2016). Los errores en la comunicación de resultados generan un impacto directo o potencial en la salud del paciente (Ramírez *et al.*, 2007, Srinivasa & Brooks, 2015, Siewert *et al.*, 2016). El impacto en la salud del paciente pudiese ocurrir si la información comunicada es equivocada o si la comunicación de resultados no se realiza oportunamente.

El radiólogo es responsable de comunicar los hallazgos encontrados en el examen radiográfico al tratante (Pinto & Brunese, 2010). La falta de comunicación adecuada entre el radiólogo y el tratante es una causa frecuente de litigio contra radiólogos (Pinto & Brunese, 2010, Pinto *et al.*, 2011). Cuando la comunicación no está documentada, mediante

un informe radiográfico, el radiólogo corre el riesgo de perder una demanda por negligencia profesional (Wilcox, 2006, Pinto & Brunese, 2010).

El error en la comunicación de resultados surge porque, en general, no se valora la importancia que tiene el informe radiográfico. De hecho la mayoría de los textos de radiología maxilofacial no abordan el tema de la elaboración del informe radiográfico (Wilcox, 2006).

En la presente memoria, la revisión de la literatura permite clasificar los errores relacionados con la comunicación de resultados, considerando los factores que se muestran en la FIGURA 28. Esta clasificación ha sido producto del análisis de diferentes artículos analizados.

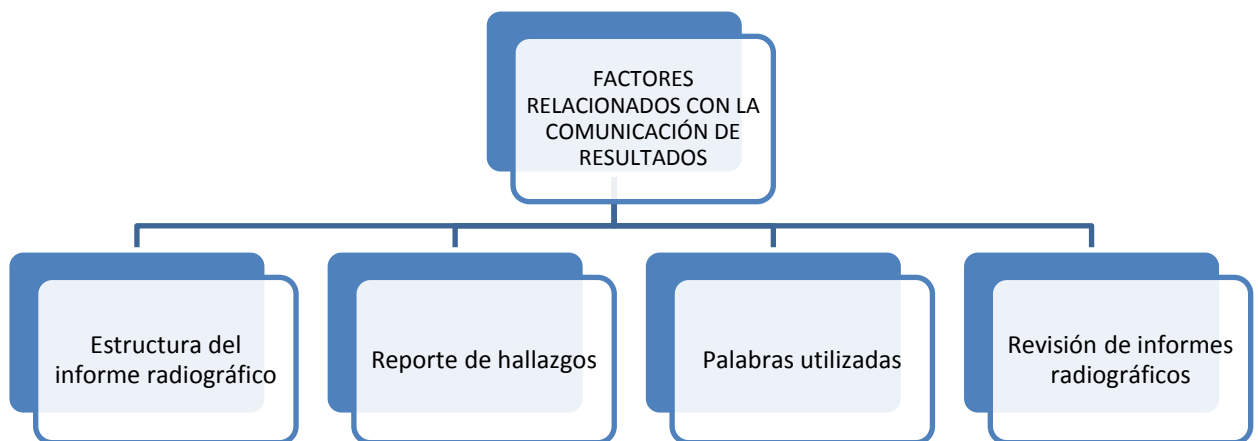


FIGURA 28: FACTORES RELACIONADOS CON LA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

5.3.2.1 Estructura del informe radiográfico

Al elaborarse un informe radiográfico, puede hacerse de manera estructurada o sin una estructura definida. Si se escoge un informe radiográfico no estructurado, el radiólogo elabora su informe libremente, sin una estructura previa. En el caso del informe estructurado, si bien no hay reglas universalmente aceptadas para una única estructura de un informe radiográfico (Srinivasa & Brooks, 2015), es sabido que un orden conciso y coherente del informe radiográfico facilita su comprensión (European Society of Radiology, 2011). En general, un informe radiográfico debiera tener una estructura apropiada y completa, terminología y lenguaje precisos, un diagnóstico diferencial, conclusiones significativas y recomendaciones de seguimiento (Srinivasa & Brooks, 2015, Brady, 2017). Si bien esta estructura es propuesta para un informe radiográfico médico (Srinivasa & Brooks, 2015), puede extrapolarse al área de la radiología maxilofacial. En caso de que la historia clínica del paciente no sea suficiente o no esté disponible para el radiólogo y eso interfiera en el diagnóstico radiográfico, el radiólogo debe indicar esta situación en el informe radiográfico (European Society of Radiology, 2011). La misma situación ocurre en caso de ausencia de imágenes previas, si es que esa ausencia interfiere en el diagnóstico radiográfico (European Society of Radiology, 2011).

En un informe radiográfico estructurado, el radiólogo presenta la información de forma estandarizada, en un formato claro y organizado, lo que mejora la comunicación de los resultados del examen radiográfico (European Society of Radiology, 2011, Bruno *et al.*, 2015). Se ha observado que tanto tratantes como radiólogos coinciden en que los informes radiográficos estructurados tienen mejor contenido y mayor claridad que los informes radiográficos no estructurados (Lee *et al.*, 2013).

Si no existe una estructura apropiada del informe radiográfico, pudiesen generarse errores, ya que el informe radiográfico pudiese no contener toda la información necesaria. También pudiesen generarse errores interpretativos (ver sección 4.2.2.3 Error interpretativo) de quien lee el informe, en caso de no comprender lo que el radiólogo quiso comunicar.

De acuerdo al *American College of Radiology*, la estructura del informe radiográfico médico debe incluir:

- Datos demográficos: lugar donde se realizó el estudio, nombre, edad y sexo del paciente, nombre del tratante, tipo de examen, fecha, nombre del examinador.
- Información clínica relevante.
- Cuerpo del informe radiográfico: descripción de los procedimientos realizados, posibles limitaciones del estudio, respuesta a la pregunta clínica presente en la solicitud del examen radiográfico, estudios e informes radiográficos previos de comparación.
- Conclusión general: diagnóstico diferencial en caso de requerirse, sugerencias de estudios adicionales o de seguimiento (American College of Radiology, 2014, Srinivasa & Brooks, 2015, American College of Radiology, 2010). Esta sección es crítica, y se debe suponer que en algunos casos es todo lo que el tratante leerá (European Society of Radiology, 2011).

En radiología maxilofacial, la literatura hace énfasis en usar una sistemática de evaluación de los exámenes radiográficos, realizando el diagnóstico en una secuencia ordenada, que garantice que todas las regiones del examen sean diagnosticadas (Shelley, 2018, Whaites & Drage, 2014).

Se ha propuesto que el informe radiográfico estructurado sería una solución para mejorar la comunicación de resultados, aunque esta técnica no es aceptada por la totalidad de los radiólogos (Ganeshan *et al.*, 2018). Un estudio de TC de angiografía coronaria que

evaluaba el grado de estenosis de las principales arterias coronarias, demostró que los informes radiográficos eran mejor comprendidos por el tratante cuando se estructuraban (Ghoshhajra *et al.*, 2013). Los detractores al uso de informes radiográficos estructurados argumentan que éstos no necesariamente mejoran la comprensión ni disminuyen los tiempos de lectura en informes radiográficos médicos (Ganeshan *et al.*, 2018). Se postula que el uso de informes estructurados puede ser más útil en estudios menos complejos como radiografías en 2D o ultrasonido. Para TC o RM no serían recomendables, ya que un informe estructurado puede no ser lo suficientemente amplio para incluir toda la información necesaria (Ganeshan *et al.*, 2018).

Con respecto a la extensión del informe radiográfico, se debe lograr un equilibrio entre una descripción clara de los hallazgos radiográficos encontrados y la concentración del tratante que leerá el informe radiográfico (European Society of Radiology, 2011). Se ha documentado que un gran número de tratantes no lee el informe radiográfico completo (Société Française de Radiologie, 2007). Por lo tanto, la información de mayor importancia debe estar contenida en la conclusión (European Society of Radiology, 2011).

5.3.2.2 Reporte de hallazgos

Si hay hallazgos urgentes o inesperados, el radiólogo debe comunicarse directamente con el tratante, sobre todo en casos en los que haya riesgo de muerte (Srinivasa & Brooks, 2015, Ramírez *et al.*, 2007, European Society of Radiology, 2011) o pueda afectar negativamente la salud del paciente (American College of Radiology, 2014). Este es el caso de procesos infecciosos agudos o posibles lesiones malignas (American College of

Radiology, 2014). Para ello, la notificación directa por teléfono al tratante ha sido un tipo de comunicación complementaria (Pinto & Brunese, 2010, Société Française de Radiologie, 2007). Sin embargo, esta vía de comunicación es cuestionada, ya que no sería apropiada la entrega de información confidencial del paciente, por mensajes de texto o llamadas telefónicas (Srinivasa & Brooks, 2015).

Los radiólogos deben asegurarse de realizar recomendaciones o sugerencias al tratante, con respecto al paciente, en caso de ser necesario (Pinto & Brunese, 2010). Por ejemplo, la recomendación de realizar otro examen complementario (Pinto *et al.*, 2011), que agregará información significativa para aclarar, confirmar o descartar el diagnóstico radiográfico inicial (Pinto *et al.*, 2011). De acuerdo a la *Practice Guideline for Communication of Diagnostic Imaging Findings* del *American College of Radiology*, cuando se requiera, se debe sugerir el seguimiento o exámenes complementarios adicionales para confirmar el diagnóstico inicial (Pinto *et al.*, 2011). En el caso de sugerir estudios radiográficos adicionales, esta decisión debe ser cuidadosamente analizada, para no exponer al paciente a radiación ionizante innecesariamente (European Society of Radiology, 2011). El radiólogo es considerado el experto y por lo tanto, responsable de indicar el estudio radiográfico mas apropiado, aún cuando el tratante tenga otra preferencia (Srinivasa & Brooks, 2015).

5.3.2.3 Palabras utilizadas

Al redactar el informe radiográfico, se debe utilizar un lenguaje claro, comprensible y conciso (Wilcox, 2006). Es importante evitar un vocabulario ambiguo, generalizaciones, utilización de dobles negativos, abreviaciones o acrónimos que pudiesen malinterpretarse

(Srinivasa & Brooks, 2015). Se debe evitar cualquier confusión e interpretaciones incorrectas que se pueden generar en quien lea el informe radiográfico. Cabe señalar que en algunas situaciones, por ejemplo mamografías, se hace necesario entregar una copia del informe radiográfico al paciente (Wilcox, 2006), lo que destaca la importancia de utilizar un lenguaje comprensible.

Un tipo importante de errores relacionados a la comunicación de resultados son los errores de lateralidad, es decir, confundir el lado derecho con el izquierdo o viceversa. Previamente se había mencionado este tipo de error relacionado a errores de preprocesamiento (sección 3.3.1). En este caso se refiere al proceso de redacción del informe radiográfico. Por ejemplo, informar incorrectamente el lado de una lesión (Sabih *et al.*, 2011). Los errores de lateralidad pudiesen tener impacto en el paciente en caso de requerir una intervención quirúrgica. Por ejemplo, si el informe radiográfico menciona erróneamente la extremidad inferior derecha, cuando lo correcto sería extremidad inferior izquierda (Minn *et al.*, 2015). Esto constituye un error grave, ya que puede tener importantes implicancias en la seguridad y salud del paciente.

El *software* AutoHotkey¹¹ se ha usado en la detección y corrección de errores de lateralidad en los informes radiográficos (Lee *et al.*, 2015). AutoHotkey se utiliza en radiografías digitales y funciona antes de guardar el informe radiográfico, verificándolos dos veces. En caso de presentarse un error de lateralidad entre los nombres de un examen y el contexto de un informe, aparece una ventana de advertencia (FIGURA 29).

¹¹ <https://www.autohotkey.com/>

Exam Name	Status	Exam Date	Read Date	Exam Room
(Both) Hip AP, (Rt) Axial		2013,10,28 10:43	2013,11,07 15:47	
(Both) Hip AP, (Lt) Axial		2013,10,21 09:42	2013,10,22 16:06	
(Both) Hip AP, (Lt) Axial		2013,10,14 22:46	2013,10,16 11:32	
Chest AP		2013,10,14 18:48	2013,10,14 18:58	
CT Hip 3D		2013,10,14 17:31	2013,10,16 11:31	
Chest AP		2013,10,14 15:30	2013,10,14 17:33	
Pelvis AP		2013,10,14 14:01	2013,10,16 11:32	
(Both) Hip AP, (Lt) Axial		2013,10,14 14:01	2013,10,16 11:32	

예문	공통	개인	통합결과	과거결과	EMR(F8)	PAG
검사명	(Both) Hip AP, (Lt) Axial					
판독결과	Intertrochanteric femur fracture right.					

FIGURA 29: SISTEMA AUTOHOTKEY TOMADO DE DETECTION AND CORRECTION OF LATERALITY ERROR IN RADIOLOGY REPORTS (Lee *et al.*, 2015)

Se ha reportado una precisión de detección de errores de lateralidad de AutoHotkey de 99,67% (Lee *et al.*, 2015). La limitación de este estudio es que el *software* solo fue probado en radiografías 2D. Para imágenes de tomografía computarizada de haz cónico o RM se requeriría un sistema más sofisticado (Lee *et al.*, 2015). No se encontró publicaciones que mostraran el uso de AutoHotkey en radiología maxilofacial.

5.3.2.4 Revisión de informes radiográficos

De acuerdo al *American College of Radiology*, los informes radiográficos, una vez escritos, deben revisarse (American College of Radiology, 2010). Esta revisión pretende minimizar los errores tipográficos, las palabras borradas accidentalmente y aseveraciones

confusas o contradictorias (Berlin, 2011, Waite *et al.*, 2017b). Además, debe confirmarse que los informes radiográficos coinciden con el paciente correcto (Waite *et al.*, 2017a). No revisar los informes radiográficos puede desencadenar que los errores presentes en el informe radiográfico lleguen al tratante y al paciente, sin ser corregidos.

Una manera de minimizar los errores diagnósticos es a través de la revisión por pares. Sin embargo, la revisión por pares suele no practicarse debido a que esta modalidad consume mucho tiempo y la segunda lectura suele no ser remunerada (Waite *et al.*, 2017b).

En la presente revisión narrativa no se encontró artículos sobre la revisión por pares en radiología maxilofacial, cómo se hace y qué resultados se obtiene. No obstante, es esperable que esta estrategia también sea de utilidad en esta área.

CAPITULO 6

DISCUSIÓN

En la presente memoria se realizó una revisión narrativa de la literatura sobre los errores diagnósticos en radiología maxilofacial. No se encontró ninguna revisión narrativa ni sistemática publicada con respecto a este tema. Si bien existe mayor información con respecto a los errores diagnósticos en el área médica (Chang *et al.*, 2011, Waite *et al.*, 2017a, Berbaum *et al.*, 2015), la información disponible en el área maxilofacial es escasa y en algunos casos controvertida (Waite *et al.*, 2016, Cruz *et al.*, 2018). Lo anterior constituyó un desafío al momento de escribir esta memoria y destaca su importancia y su contribución en el área de la radiología maxilofacial.

El tener conocimiento de los errores diagnósticos en radiología maxilofacial es importante. Este conocimiento permite establecer como se generan, permite prevenirlos y asegurar con ello un mejor pronóstico para el paciente al realizar diagnósticos radiográficos de mejor calidad. Por ejemplo, conocer condiciones ideales de diagnóstico, como condiciones de iluminación, observación, características apropiadas de un monitor, entre otras, pudiese llevar al radiólogo a realizar un mejor trabajo (Brennan *et al.*, 2007, Mojiri *et al.*, 2013). Aprender acerca de errores diagnósticos en radiología maxilofacial permite modificar aquellas conductas equivocadas por otras que sean más certeras (Moreira, 1997).

En la presente investigación, pudiesen existir sesgos propios de una revisión narrativa de la literatura, ya que no se utilizó una metodología específica para la búsqueda de información. Por lo anterior, esta búsqueda no es reproducible y en algunos casos, pudiese

ser subjetiva, ya que carece de criterios establecidos de inclusión y exclusión de artículos (Aguilera, 2014). Una revisión narrativa es de tipo cualitativa (Terezinha, 2007), lo cual pudiese ser una desventaja si lo que se espera son datos de tipo numéricos. Si bien, en algunos casos es posible realizar una revisión narrativa mediante una búsqueda específica, en la presente revisión, esto no fue posible debido a la amplitud del tema y a la escasa información existente, detectada en una búsqueda preliminar. Utilizar una búsqueda específica en la presente revisión, podría haber implicado analizar pocos artículos y la memoria carecería de valor informativo. Probablemente lo que se hubiera reportado sería que no existe información en la literatura científica respecto de errores diagnósticos en radiología maxilofacial. Por otro lado, la revisión narrativa de la forma realizada en la presente investigación, permitió mayor libertad en la búsqueda de información. Además, este enfoque permitió evaluar artículos publicados en otras áreas del diagnóstico imagenológico, y no solamente en radiología maxilofacial. Esto permitió encontrar áreas importantes en el tema, pero poco o nada exploradas en radiología maxilofacial.

En odontología, hay limitado conocimiento sobre cómo las condiciones de observación de los exámenes radiográficos e iluminación de la sala de diagnóstico influyen en la calidad de los diagnósticos radiográficos. Además, existe controversia sobre cómo influyen estas condiciones en los errores diagnósticos que se pueden generar (Cruz *et al.*, 2018). La mayoría de las publicaciones analizadas en la presente investigación señalan que las condiciones ideales de observación e iluminación permiten mejores resultados en términos de sensibilidad y especificidad del examen radiográfico (Patel *et al.*, 2000, McCarthy & Brennan, 2003, Prabhu *et al.*, 2005b, Brennan *et al.*, 2007, Heo *et al.*, 2008, European Commission, 2004, Mojiri *et al.*, 2013, Whaites & Drage, 2014). Sin embargo, algunos autores aseveran que las condiciones de iluminación y observación tienen poca influencia en el diagnóstico radiográfico (Cruz *et al.*, 2018). Lo anterior, debido a que estas condiciones no influirían significativamente en el diagnóstico de parámetros presentes en las radiografías, al menos en lo relacionado con los tratamientos endodónticos (Cruz *et al.*, 2018). Una posible explicación para los resultados de Cruz *et al.*, es que al evaluar

radiográficamente un tratamiento endodóntico se prioriza el diagnóstico de ciertos parámetros solamente. Éstos son límite apical, adaptación al conducto radicular y homogeneidad del material de relleno del conducto radicular (Cruz *et al.*, 2018). Por lo tanto, las condiciones de observación e iluminación, pudiesen no ser tan significativas como para el diagnóstico inicial de una radiografía retroalveolar, por ejemplo, en donde se deben considerar más parámetros.

Con respecto a condiciones de iluminación y observación, la experiencia que tenga el radiólogo puede ser importante, ya que a mayor experiencia, se pueden compensar, de cierta manera, las condiciones no ideales en que se desarrolle el diagnóstico radiográfico (Brennan *et al.*, 2007). Actualmente, se acepta el diagnóstico de imágenes radiográficas digitales mediante la observación en dispositivos electrónicos tales como teléfonos o *tablets* (Cruz *et al.*, 2018). La observación de imágenes radiográficas digitales en estos dispositivos electrónicos puede ser útil, sobre todo en unidades de urgencia. Además, la posibilidad de observar las imágenes radiográficas mediante dispositivos electrónicos permite un mayor acceso a éstas en cualquier lugar e incluso el acceso a estudios previos. Los informes radiográficos pudiesen elaborarse más rápidamente y la productividad aumentaría (Krupinsky & Berbaum, 2009), lo cual permite mayor rapidez y eficiencia en el proceso diagnóstico. Sin embargo, la posibilidad de transferencia de las imágenes digitales, pudiese implicar también, que el diagnóstico radiográfico sea realizado desde dispositivos electrónicos que no cuenten con las especificaciones técnicas necesarias para el diagnóstico (Arenson *et al.*, 2003). Diagnosticar en condiciones no ideales de observación pudiese generar que algunos detalles de la imagen de interés diagnóstico pasen desapercibidos. Por otro lado, los diagnósticos radiográficos pudiesen ser realizados en condiciones de iluminación no óptimas o fuera del bloque de trabajo del radiólogo, lo cual puede llevar a errores diagnósticos. El diagnóstico de imágenes radiográficas digitales impresas también es una alternativa, considerando que la calidad de algunos sistemas de impresión ha mejorado (Shafiee & Atala, 2016). Por lo tanto, para realizar el diagnóstico de imágenes radiográficas impresas, se debe escoger un sistema de impresión de calidad, que permita la

observación detallada de las imágenes radiográficas para el diagnóstico (Gerrard, 2013). Sin embargo, la impresión de imágenes radiográficas digitales pudiese no ser necesaria, si se cuenta con un monitor que cumpla con las especificaciones técnicas necesarias para el diagnóstico radiográfico (European Commission, 2004).

En relación con las herramientas de mejora de imagen, por ejemplo, ajuste de brillo, contraste, coloración, uso de filtros (Guneri *et al.*, 2005) existe controversia respecto de su influencia en la precisión en el diagnóstico en la detección de lesiones de caries proximales (Valizadeh *et al.*, 2017, Nascimento *et al.*, 2018). Es importante que el radiólogo que utilice este tipo de herramientas en el diagnóstico radiográfico tenga conocimiento que la imagen radiográfica original pudiese deteriorarse al usarse de forma descuidada. Por ejemplo, al utilizar la herramienta contraste pudiesen generarse cambios radiodensitométricos significativos (Guneri *et al.*, 2005), que pudiesen provocar errores diagnósticos. Por otro lado, existe evidencia de que utilizar sistemas de magnificación de imagen al diagnosticar imágenes análogas es importante (Patel *et al.*, 2000). Por lo anterior, es posible suponer que la herramienta zoom también es importante al diagnosticar imágenes digitales y se ha demostrado que mejora el diagnóstico de lesiones de caries proximales dentinarias (Valizadeh *et al.*, 2017). Se sugiere realizar investigaciones en radiología maxilofacial con respecto a herramientas de mejora de imagen. Estos estudios podrían aportar información, que permitan dar recomendaciones específicas a los radiólogos para contribuir en la disminución de los errores diagnósticos.

En relación al volumen de trabajo de los radiólogos, éste ha aumentado (Waite *et al.*, 2017b, Hosny *et al.*, 2018). Por lo tanto, se pudiesen generar mayor cantidad de errores diagnósticos, ya que el radiólogo puede no tener el tiempo necesario para cada examen radiográfico y para el descanso. En consideración a lo anterior, es posible sugerir que el radiólogo priorice la calidad de los informes radiográficos, por sobre la cantidad, sobre todo en casos en que pudiera verse afectada la salud del paciente. Con respecto a las jornadas de

trabajo de los radiólogos, se debe evitar bloques de trabajo muy extensos (Stec *et al.*, 2018). Sin embargo, esta recomendación pudiese no cumplirse sobre todo en casos de turnos nocturnos, principalmente en el área médica. Bloques de trabajo prolongados, se asocian a fatiga del radiólogo y esto podría conllevar mayor cantidad de errores diagnósticos. Una posible recomendación a implementar pudiese ser realizar el diagnóstico de exámenes radiográficos que involucren más detalles y concentración al comienzo de la jornada de trabajo, por ejemplo radiografías intraorales. Luego se podría realizar el diagnóstico de radiografías extraorales, que tienen menos detalles, y por lo tanto, se tiene menos riesgo de omitir diagnósticos. Sin embargo, no se encontró investigaciones que evalúen si esta recomendación tiene impacto en la disminución de errores diagnósticos. No se encontró investigaciones que describan hábitos de trabajo de los radiólogos maxilofaciales, las investigaciones analizadas se refieren a radiólogos médicos. Por lo tanto, sería interesante investigar respecto de hábitos de trabajo de radiólogos maxilofaciales, con el fin de implementar medidas de apoyo para un trabajo más eficiente y con menos errores diagnósticos en radiología maxilofacial. Se espera, sin embargo, que las recomendaciones encontradas para el área médica, puedan servir como orientación para radiología maxilofacial, al menos mientras no exista información más específica.

Con respecto a las distracciones ambientales a las que se puede ver expuesto el radiólogo, las llamadas telefónicas son una de las distracciones más frecuentes (Yu *et al.*, 2014). Esto puede ocurrir no sólo en radiología, sino que en diversas áreas laborales. El teléfono es un elemento masivo, por lo tanto, resulta complejo regular este tipo de distracción. Se sugiere que su uso sea autorregulado por cada persona, sin embargo, no todas las personas tienen las mismas capacidades de autocontrol. Si bien no se encontró información específica respecto de este tema en radiología maxilofacial, la recomendación de una sala específica para el diagnóstico, con bajo nivel de ruido y distracciones ambientales, pudiese ser útil en el control de errores radiográficos.

En relación a factores relacionados con el radiólogo, la fatiga presente cuando se diagnostica puede disminuir la precisión, y aumentar la cantidad de errores diagnósticos (Stec *et al.*, 2018). Llama la atención que la mayoría de la literatura que habla de errores diagnósticos no considera la fatiga como causal de errores diagnósticos (Stec *et al.*, 2018). La fatiga, tanto visual, mental o de tipo musculoesquelético, está en directa relación con la cantidad de tiempo que el radiólogo emplea diagnosticando los exámenes radiográficos. Si bien se describen recomendaciones para evitar la fatiga (ver sección 4.2.2.1), ésta es escasa, por lo que es posible que estas recomendaciones no sean conocidas por los radiólogos maxilofaciales. Además, considerando los volúmenes de trabajo, si estas recomendaciones fueran conocidas, es poco probable que sean aplicadas. Pudiese ser que los efectos negativos relacionados con la fatiga visual, sean en la práctica diaria más frecuentes que lo que se ha demostrado experimentalmente (Waite *et al.*, 2016). Por lo tanto, una buena estrategia para intervenirlos sería planificar bloques de trabajo que permitan disminuir los efectos de la fatiga en el radiólogo y así minimizar los errores diagnósticos en radiología maxilofacial. Por otro lado, al ser la fatiga una condición subjetiva, es difícil establecer un protocolo o estándar determinado para reducir su influencia en el trabajo del radiólogo, que pueda aplicarse a cada profesional. Por ejemplo, la cantidad de horas que trabaja un radiólogo sin sentirse fatigado, pudiese ser excesiva para otro. En base a lo anterior, adaptar las condiciones de trabajo, es decir, mobiliario de la sala de diagnóstico, ubicación del computador, altura del escritorio e iluminación, pudiese ser una estrategia apropiada para disminuir las posibilidades de fatiga.

En relación al ritmo de diagnóstico de los radiólogos maxilofaciales, no se encontró investigaciones que establezcan el tiempo óptimo en que se debe realizar un diagnóstico radiográfico para cada examen en particular, que contribuya a evitar errores diagnósticos. Es posible que no se pueda establecer alguna cifra determinada, ya que depende de múltiples factores, por ejemplo, capacidades de cada radiólogo, experiencia que tenga con la técnica radiográfica a diagnosticar, tipo de examen radiográfico. Se ha observado que un radiólogo con menos experiencia requiere más tiempo para observar los exámenes

radiográficos que un radiólogo con más experiencia (Burling *et al.*, 2006). Por lo tanto, es posible asumir que el ritmo de diagnóstico mejora con la experiencia, pero que existiría un límite de tiempo para cada examen, superado el cual, podría incrementarse el número de errores diagnósticos. Se sugiere investigar si el aumento o disminución en el ritmo de diagnóstico se correlaciona con un aumento en los errores diagnósticos en radiología maxilofacial.

Con respecto a los errores de interpretación, es difícil estandarizar factores neurofisiológicos, psicológicos y psicoemocionales que pueden afectar a la interpretación entre radiólogos e incluso entre un mismo radiólogo en diferentes momentos (Sabih *et al.*, 2011). También resulta complejo establecer alguna estrategia para disminuir los errores diagnósticos derivados de la interpretación. Sin embargo, se ha propuesto que una posible forma de solución es a través de la revisión por pares (Lee *et al.*, 2013).

Con respecto al error de satisfacción de búsqueda, hay resultados contrapuestos en medicina (Berbaum *et al.*, 2007), pero también se reporta que este tipo de error ha disminuido (Berbaum *et al.*, 2015). Esta disminución posiblemente se debe a que los radiólogos han comprendido la importancia de este error. En el área maxilofacial no se encontró ningún estudio que de reportes del error de satisfacción de búsqueda. Se sugiere, por tanto, realizar investigaciones en el área maxilofacial que evalúen este error.

En relación a banco de memoria del radiólogo, es importante la formación académica en aspectos de diagnóstico de patologías del territorio maxilofacial, que los radiólogos reciban. Sin embargo, no basta solo con formación académica, ya que a pesar de que el radiólogo tenga los conocimientos necesarios al respecto, al no diagnosticar en condiciones apropiadas, se pueden generar, igualmente, errores diagnósticos.

En relación con la experiencia del radiólogo las investigaciones analizadas hacen referencia a que la experiencia contribuye a disminuir los errores diagnósticos (van Vliet *et al.*, 2008, Kim *et al.*, 2011, Nakashima *et al.*, 2013, Kallio-Pulkkinen *et al.*, 2014). Además, pudiese existir un patrón de movimiento ocular distinto entre radiólogos experimentados y radiólogos sin experiencia (Giovinco *et al.*, 2015, Turgeon & Lam, 2016). Este tipo de experimentos se han realizado principalmente en medicina (Giovinco *et al.*, 2015). En odontología, se ha realizado este tipo de estudios en el diagnóstico de radiografías panorámicas (Turgeon & Lam, 2016), por lo que se sugiere evaluar este aspecto en otras técnicas radiográficas maxilofaciales. Es poco probable que la evaluación de los movimientos oculares descritos en estas investigaciones pueda enseñarse como parte del entrenamiento de los radiólogos. No obstante, sería de utilidad evaluar el cambio del patrón de movimientos del estudiante de radiología en la medida que avanza en sus estudios, y en el radiólogo con poca experiencia, en la medida que va adquiriendo más experiencia.

Con respecto a los dictáfonos y sistemas de reconocimiento de voz, es poco probable que éste pueda usarse cuando hay varios radiólogos diagnosticando en la misma sala. De hacerse así, la cantidad de errores diagnósticos aumentaría considerablemente, porque el diagnóstico de un examen realizado por un radiólogo interferiría con otro. Conviene analizar los beneficios y perjuicios de la utilización de este tipo de sistemas. Existe controversia en las investigaciones en relación con el posible ahorro de tiempo en el diagnóstico radiográfico (Minn *et al.*, 2015, du Toit *et al.*, 2015, Brady, 2017, Motyer *et al.*, 2016). En caso de que efectivamente se ahorre tiempo, al utilizar este tipo de sistemas, se sugiere invertir parte de ese tiempo en revisar los informes radiográficos. Las investigaciones analizadas en la presente memoria hacen referencia al ámbito médico, sin embargo, sus resultados podrían extrapolarse al área de la radiología maxilofacial. Además, considerando que suele haber más errores en los exámenes más complejos y extensos (Chang *et al.*, 2011, Motyer *et al.*, 2016), se sugiere a los radiólogos maxilofaciales, que al diagnosticar este tipo de exámenes, implementen estrategias que conduzcan a reducir los errores diagnósticos. Estrategias como revisión por pares, diagnosticar en condiciones de

iluminación y observación adecuados, disminuir las distracciones ambientales, han mostrado ser de utilidad. Incluso puede recomendarse diagnosticar este tipo de exámenes en un momento dentro de la jornada de trabajo donde se evite los efectos de la fatiga en el radiólogo, por ejemplo, al comienzo de la jornada de trabajo.

La revisión por pares pudiese ser una buena estrategia a utilizarse para disminuir errores en los informes radiográficos (Lee *et al.*, 2013, du Toit *et al.*, 2015). Sin embargo, es también poco probable que esta estrategia se utilice. Para utilizarse requeriría el doble de radiólogos para diagnosticar la misma cantidad de exámenes radiográficos, sobre todo considerando los altos volúmenes de trabajo que hay actualmente, en que se diagnostica mayor cantidad de exámenes, idealmente en el menor tiempo posible.

En términos generales, los errores diagnósticos debieran analizarse como oportunidades de aprendizaje (Pinto *et al.*, 2011). Sin embargo, no existe una cultura de comunicar y de difundir los errores propios por parte de los radiólogos, para que otros puedan aprender de ellos (Ortega & García, 2002). Por otro lado, el análisis del error diagnóstico podría ser utilizado por los radiólogos para persuadir a sus empleadores a financiar capacitaciones adicionales (Pinto *et al.*, 2011) y equipar adecuadamente las salas de diagnóstico.

Debido a que los errores diagnósticos tienen distintas causas, resulta lógico que las soluciones probables para resolver estos errores debieran enfocarse en estas etiologías y tendrían distintas soluciones de acuerdo a cada situación particular (Waite *et al.*, 2017b).

Considerando que la información respecto a errores diagnósticos en radiología maxilofacial es escasa, se sugiere realizar nuevas investigaciones. La presente revisión narrativa es pionera en este tema, por lo que constituye una contribución para la radiología

maxilofacial, además de proponer por primera vez una clasificación de errores diagnósticos en radiología maxilofacial. Si bien existen recomendaciones internacionales en relación a las condiciones de observación para el diagnóstico radiográfico en el área maxilofacial, es probable que éstas no se estén aplicando. Resulta importante valorar los factores implicados en el proceso de diagnóstico radiográfico y aplicar los conocimientos entregados en la presente memoria, de modo que permitan disminuir los errores diagnósticos en radiología maxilofacial.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIÓN

En la etapa de diagnóstico radiográfico se pueden generar errores diagnósticos que son aquellos que se originan después de la adquisición de las imágenes radiográficas. En la etapa de diagnóstico radiográfico pueden originarse errores en la interpretación de imágenes y en la entrega del informe.

Los errores diagnósticos pueden ser causados por distintos factores. En la presente investigación se han descrito 4 tipos de factores. Los errores de interpretación de imágenes involucran 1) factores del sistema y 2) factores relacionados con el radiólogo. Los errores en la entrega del informe involucran 3) factores relacionados con la transcripción y 4) factores relacionados con la comunicación de resultados. Los 1) factores del sistema son: condiciones de iluminación ambiental, condiciones de observación, volumen de trabajo, jornada de trabajo, distracciones ambientales. Los 2) factores relacionados con el radiólogo son: fatiga, ritmo de diagnóstico, interpretación, satisfacción de búsqueda, banco de memoria, experiencia. Dictáfono y sistema de reconocimiento de voz corresponde a 3) factores relacionados con la transcripción. Los 4) factores relacionados con la comunicación de resultados son: estructura del informe radiográfico, reporte de hallazgos, palabras utilizadas, revisión de informes. El estudio y comprensión de los factores previamente mencionados, puede ayudar a prevenir los errores diagnósticos en radiología maxilofacial.

CAPÍTULO 8

RESUMEN

El examen radiográfico es un examen complementario, que sumado al examen clínico, permite llegar a un diagnóstico certero y oportuno. Para que el examen radiográfico permita un diagnóstico correcto y bien estructurado, se deben cumplir distintas etapas. Si estas etapas no se realizan adecuadamente, se pueden generar diversos errores.

Los errores diagnósticos en radiología son frecuentes y son importantes ya que pueden dar como resultado morbilidad y mortalidad del paciente. La principal razón de saber acerca de errores diagnósticos es prevenirlos y con ello mejorar la atención del paciente, asegurando un mejor pronóstico. Además, la identificación y reducción del error diagnóstico proporciona eficacia al sistema de salud, ya que puede reducir la morbilidad, mortalidad, duración de hospitalizaciones y costos referidos a atención médica adicional.

El proceso radiográfico tiene tres etapas. Estas etapas corresponden a una propuesta de la presente revisión, y corresponden a una adaptación de distintas clasificaciones encontradas en la literatura en relación con radiología médica. En cada una de estas etapas, se pueden originar errores, que pueden ser acumulativos. Los errores diagnósticos pueden ser causados por diferentes factores e incluso pueden ser originados en las primeras etapas del proceso radiográfico.

El propósito de la presente memoria fue analizar los errores diagnósticos en radiología maxilofacial, a través de una revisión narrativa de la literatura.

Palabras clave: error diagnóstico, radiología maxilofacial.

CAPÍTULO 9

ABSTRACT

Radiographic examination is a complementary examination, which, along with clinical examination, allows to reach an accurate and timely diagnosis. For the radiographic examination to allow a correct and well-structured diagnosis, different stages must be met. If these stages are performed properly, various errors could be generated.

Diagnostic errors in radiology are frequent and important, because they may result in patient morbidity and mortality. The main reason to know about diagnostic errors is to prevent them and thereby improve patient care, ensuring a better prognosis. In addition, the identification and reduction of diagnostic error provides efficacy to the health system, since it may reduce morbidity, mortality, duration of hospitalizations and costs related to additional medical attention.

The radiographic process has three stages. These stages correspond to a proposal of the present review, and correspond to an adaptation of different classifications found in the literature in relation to medical radiology. In each of these stages, errors can arise, which can be cumulative. Diagnostic errors can be caused by different factors and can even be originated in the early stages of the radiographic process.

The aim of the present study was to analyze the diagnostic errors in maxillofacial radiology, through a narrative review of the literature.

Key words: diagnostic error, maxillofacial radiology.

CAPÍTULO 10

REFERENCIAS

1. Abesi, F., Baghbani, F., Haghanifar, S. & Khafri, S. 2017. The agreement of paper and film prints in detection of dentinal caries in panoramic radiography. *J Dentomaxillofac Radiol Path Surg*, 5 (4), 23-27.
2. Acharya, S., Pai, K. & Acharya, S. 2015. Repeat film analysis and its implications for quality assurance in dental radiology: An institutional case study. *Contemp Clin Dent*, 6 (3), 392-395.
3. Aguilera, R. 2014. ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Rev Soc Esp Dolor*, 21 (6), 359-360.
4. Al-Aynati, M. & Chorneyko, K. 2003. Comparison of voice-automated transcription and human transcription in generating pathology reports. *Arch Pathol Lab Med*, 127 (6), 721-725.
5. Alvarez, L. 2012 La película radiográfica, pantalla de refuerzo y chasis radiográfico. Disponible en <https://librossanitarios.files.wordpress.com/2012/12/la-pelc3adcula-radiogrc3a1fica-pantalla-de-refuerzo-y-chasis-radiogrc3a1fico.pdf>. Consultado el 09/01/2019.
6. American College of Radiology 2010 Practice guideline for communication of diagnostic imaging finding. Disponible en <https://www.acr.org/-/media/acr/files/practice-parameters/communicationdiag.pdf>. Consultado el 09/01/2019.

7. American College of Radiology 2014 ACR Practice parameter for communication of diagnostic imaging findings. *Disponible en <https://www.acr.org/-/media/acr/files/practice-parameters/communicationdiag.pdf>*. Consultado el 09/01/2019.
8. American Dental Association 2004 The selection of pacientes for dental radiographic examinations. *Disponible en <https://www.fda.gov/downloads/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/medicalimaging/medical-x-rays/ucm116505.pdf>*. Consultado el 09/01/2019.
9. American Dental Association 2012 Dental radiographic examinations: recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. *Disponible en https://www.ada.org/~media/ADA/Member%20Center/Files/Dental_Radiographic_Examinations_2012.ashx*. Consultado el 09/01/2019.
10. Arenson, R., Chakraborty, D., Seshadri, S. & Kundel, H. 2003. The digital imaging workstation. *J Digit Imaging*, 16 (1), 142-162.
11. Arnold, L. 1987. The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of the teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 64 (2), 232-240.
12. Balint, B., Steenburg, S., Lin, H., Shen, C., Steele, J. & Gunderman, R. 2014. Do telephone call interruptions have an impact on radiology resident diagnostic accuracy? *Acad Radiol*, 21 (12), 1623-1628.
13. Berbaum, K., El-Khoury, G., Ohashi, K., Schartz, K., Caldwell, R., Madsen, M. & Franken, E. 2007. Satisfaction of search in multitrauma patients: severity of detected fractures. *Acad Radiol*, 14 (6), 711-722.

14. Berbaum, K., Franken, E., Dorfman, D., Rooholamini, S., Coffman, C., Cornell, S., Cragg, A., Galvin, J., Honda, H., Kao, S., Kimball, D., Ryals, T., Sickels, W. & Smith, T. 1991. Time course of satisfaction of search. *Invest Radiol*, 26 (7), 640-648.
15. Berbaum, K., Krupinski, E., Scharz, K., Caldwell, R., Madsen, M., Hur, S., Laroia, A., Thompson, B., Mullan, B. & Franken, E. 2015. Satisfaction of search in chest radiography 2015. *Acad Radiol*, 22 (11), 1457-1465.
16. Berlin, L. 2011. Liability of typographical errors. *Am J Roentgenol*, 196 (2), 215.
17. Bertin, H., Bonnet, R., Delemazure, A.-S., Mourrain-Langlois, E., Mercier, J. & Corre, P. 2017. Three-dimensional cone-beam CT sialography in non tumour salivary pathologies: procedure and results. *Dentomaxillofac Radiol*, 46 (1), 20150431.
18. Brady, A. 2017. Error and discrepancy in radiology: inevitable or avoidable? *Insights Imaging*, 8 (1), 171-182.
19. Brennan, P., McEntee, M., Evanoff, M., Phillips, P., O'Connor, W. & Mannig, D. 2007. Ambient lighting: Effect of illumination on soft-copy viewing of radiographs of the wrist. *Am J Roentgenol*, 188 (2), 177-180.
20. Briner, A. 2005. Radiología Intraoral Digital. *Anu Soc Radiol Oral Maxilofacial de Chile*, 8 (1), 22-26.
21. Bruno, M., Walker, E. & Abujudeh, H. 2015. Understanding and confronting our mistakes: The epidemiology of error in radiology and strategies for error reduction. *Radiographics*, 35 (6), 1668-1676.

22. Burling, D., Halligan, S., Altman, D., Atkin, W., Bartram, C. & et al 2006. CT colonography interpretation times: effect of reader experience, fatigue, and scan finding in a multi-centre setting. *Eur Radiol*, 16 (8), 1745-1749.
23. Castellino, R. 2005. Computer aided detection (CAD): an overview. *Cancer Imaging*, 5 (1), 17-19.
24. Cole, E. B., Zhang, Z., Marques, H. S., Hendrick, R. E., Yaffe, M. J. & Pisano, E. D. 2014. Impact of computer-aided detection system on radiologist accuracy with digital mammography. *Am J Roentgenol*, 203 (4), 909-916.
25. Cruz, A., Castro, M., Aguiar, M., Guimaraes, L. & Gomes, C. 2018. Impact of room lighting and image display device in the radiographic appearances of the endodontic treatments. *Dentomaxillofac Radiol*, 47 (5), 20170372.
26. Chang, C., Strahan, R. & Jolley, D. 2011. Non-clinical errors using voice recognition dictation software for radiology reports: a retrospective audit. *J Digit Imaging*, 24 (4), 724-728.
27. Dias, M., Bovi, G., Pereira, C., Ferreira-Santos, R. & Haiter-Neto, F. 2013. Performance of digital radiography with enhancement filters for the diagnosis of proximal caries. *Braz Oral Res*, 27 (3), 245-251.
28. du Toit, J., Hattingh, R. & Pitcher, R. 2015. The accuracy of radiology speech recognition reports in a multilingual South African teaching hospital. *BMC Med Imaging*, 15 (8), 01500481.
29. Eickholz, P., Kolb, I., Lenhard, M., Hassfeld, S. & Staehle, H. 1999. Digital radiography of interproximal caries: effect of different filters. *Caries Res*, 33 (3), 234-241.

30. Espinoza, L. 1987. Técnica sialográfica y su interpretación en el diagnóstico de las glándulas salivales. *Anu Soc Radiol Dental de Chile*, 1 (1), 41-46.
31. European Commission 2004 Radiation Protection 136. *The safe use of radiographs in dental practice*. Disponible en <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>, Consultado el 09/01/2019.
32. European Society of Radiology 2011. Good practice for radiological reporting. Guidelines from the European Society of Radiology (ESR). *Insights Imaging*, 2 (2), 93-96.
33. Farman, A. 2007 Dental radiographic pitfalls and errors. *Disponible en http://fohcpd.co.za/index.php?aam_media=4476*. Consultado el 09/01/2019.
34. FiltzGerald, R. 2005. Radiological error: analysis, standard setting, targeted instruction and teamworking. *Eur Radiol*, 15 (8), 1760-1767.
35. Freitas, A., Rosa, J. & Souza, I. 2002. Radiología odontológica. 5ta Ed. *Artes Médicas*, Brasil.
36. Ganeshan, D., Duong, P., Probyn, L., Lenchik, L., McArthur, T. & et al 2018. Structured reporting in radiology. *Acad Radiol*, 25 (1), 66-73.
37. Gerrard, G. 2013. Printed radiographs- Is what you see what you get? *Dent Update*, 40 (8), 637-638.
38. Ghoshhajra, B., Lee, A., Ferencik, M., Elmariah, S., Margey, R. & et al 2013. Interpreting the interpretations: The use of structured reporting improves referring

clinicians comprehension of coronary computed tomography angiography reports. *J Am Coll Radiol*, 10 (6), 432-438.

39. Giovinco, N., Sutton, S., Miller, J., Rankin, T., Gonzalez, G. & et al 2015. A passing glance? Differences in eye tracking and gaze patterns between trainees and expert reading plain film bunion radiographs. *J Foot Ankle Surg*, 54 (3), 382-391.
40. Goldman, M., Pearson, A. & Darzenta, N. 1972. Endodontic success: Who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 33 (3), 432-437.
41. González, C. & Méndez, C. 2017 Contenidos de identificación e indicación clínica de las solicitudes radiográficas para tomografía computarizada de haz cónico de pacientes atendidos en un centro de referencia de radiología oral de la ciudad de Talca entre enero y diciembre del año 2016. *Facultad de Ciencias de la Salud Escuela de Odontología*. Talca, Universidad de Talca.
42. González Vásquez, C. M. 2016. Errors in radiology: a new classification. *Rev Colomb Radiol*, 27 (1), 4407-4416.
43. Goyoaga Elizalde, J. 2012. Errores diagnósticos en radiología. *RCCV* 6(2), 13-22.
44. Guneri, P., Lomcali, G., Boyacioglu, H. & Kendir, S. 2005. The effects of incremental brightness and contrast adjustments on radiographic data: a quantitative study. *Dentomaxillofac Radiol*, 34 (1), 20-27.
45. Hammeed, M., Umer, F., Khan, F., Pirani, S. & Yusuf, M. 2018. Assessment of the diagnostic quality of the digital display monitors at the dental clinics of a university hospital. *Inf in Med* 11, 83-86.

46. Hanna, T., Loehfelm, T., Khosa, F., Rohatgi, S. & Johnson, J.-O. 2016. Overnight shift work: Factors contributing to diagnostic discrepancies. *Emerg Radiol* 23 (1), 41-47.
47. Health Protection Agency 2010. Guidance on the safe use of dental cone beam CT equipment. *Disponible en*
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/340159/HPA-CRCE-010_for_website.pdf, Consultado el 09/01/2019.
48. Heo, M.-S., Han, D.-H., An, B.-M., Huh, K.-H. & et al 2008. Effect of ambient light and bit depth of digital radiograph on observer performance in determination of endodontic file positioning. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105 (2), 239-244.
49. Horner, K. & Eaton, K. 2013. Selection criteria for dental radiography. 3era Ed. *FGDP*, Inglaterra.
50. Hosny, A., Parmar, C., Quackenbush, J., Schwartz, L. & Aerts, H. 2018. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*, 18 (8), 500-510.
51. Hubar, J. S. 2017. Fundamentals of oral and maxillofacial radiology. 1era Ed. *Wiley Blackwell*, Estados Unidos.
52. Hugine, A., Guerlain, S. & Hedge, A. 2012. User evaluation of an innovative digital reading room. *J Digit Imaging*, 25 (3), 337-346.
53. Ikushima, Y., Yabuuchi, H., Morishita, J. & Honda, H. 2013. Analysis of dominant factors affecting fatigue caused by soft copy reading. *Acad Radiol*, 20 (11), 1448-1456.

54. Indrajit, I. & Verma, B. 2009a. Monitor display in radiology: Part 1. *Indian J Radiol Imaging*, 19 (1), 24-28.
55. Indrajit, I. & Verma, B. 2009b. Monitor displays in radiology: Part 2. *Indian J Radiol Imaging*, 19 (2), 94-98.
56. Instituto de Salud Pública 2015 Protocolo para la evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo. *Disponible en http://www.ispch.cl/sites/default/files/D025-PR-500-02-001%20Protocolo%20evaluaci%C3%B3n%20luminancia%20e%20iluminancia%20en%20lugares%20de%20trabajo_0.pdf*. Consultado el 09/01/2019.
57. Instituto de Salud Pública 2016 Guía de ergonomía. Identificación y control de factores de riesgo en el trabajo de oficina y el uso de computador. *Disponible en <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D031-PR-500-02-001%20Guia%20ergonomia%20trabajo%20oficina%20uso%20PC.pdf>*. Consultado el 09/01/2019.
58. Johnson, M., Lapkin, S., Long, V., Sanchez, P., Suominen, H. & et al 2014. A systematic review of speech recognition technology in health care. *BMC Med Inform Decis Mak*, 14 (94), 14726947.
59. Kagadis, G., Walz-Flannigan, A., Krupinsky, E., Nagy, P., Katsanos, K., Diamantopoulos, A. & Langer, S. 2013. Medical imaging displays and their use in image interpretation1. *Radiographics*, 33 (1), 275-290.
60. Kallio-Pulkkinen, S., Haapea, M., Liukkonen, E., Huuonen, S., Tervonen, O. & Nieminen, M. 2014. Comparison of consumer grade, tablet and 6MP-displays: observer performance in detection of anatomical and pathological structures in

- panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 118 (1), 135-141.
61. Kallio-Pulkinen, S., Huuonen, S., Haapea, M., Liukkonen, E., Sipola, A. & et al 2016. Effect of display type, DICOM calibration and room illuminance in bitewing radiographs. *Dentomaxillofac Radiol*, 45 (1), 20150129.
62. Katsumata, A. & Fujita, H. 2014. Progress of computer-aided detection/diagnosis (CAD) in dentistry. *Jpn Dent Sci Rev*, 50 (3), 63-68.
63. Kim, T.-Y., Choi, J.-W., Lee, S.-S., Huh, K.-H., Yi, W.-J. & et al 2011. Effect of LCD monitor type and observer experience on diagnostic performance in soft-copy interpretations of the maxillary sinus on panoramic radiographs. *Imaging Sci Dent*, 41 (1), 11-16.
64. Krishnaraj, A., Lee, J., Laws, S. & Crawford, T. J. 2010. Voice recognition software: Effect on radiology report turnaround time at an academic medical center. *Am J Roentgenol*, 195 (1), 194-197.
65. Krupinsky, E. & Berbaum, K. 2009. Measurement of visual strain in radiologists. *Acad Radiol*, 16 (8), 947-950.
66. Krupinsky, E., Berbaum, K., Caldwell, R., Schartz, K. & Kim, J. 2010. Long radiology workdays reduce detection and accommodation accuracy. *J Am Coll Radiol*, 7 (9), 698-704.
67. Krupinsky, E., Williams, M., Andriole, K., Strauss, K., Applegate, K., Wyatt, M., Bjork, S. & Seibert, A. 2007. Digital radiography image quality: image processing and display. *J Am Coll Radiol*, 4 (6), 389-400.

68. Lee, C., Nagy, P., Weaver, S. & Newman-Toker, D. 2013. Cognitive and system factors contributing to diagnostic errors in radiology. *Am J Roentgenol*, 201 (3), 611-617.
69. Lee, Y., Yang, J. & Suh, J.-S. 2015. Detection and correction of laterality errors in radiology reports. *J Digit Imaging*, 28 (4), 412-416.
70. Mallet, S., Phillips, P., Fanshawe, T., Helbren, E., Boone, D. & et al 2014. Tracking eye gaze during interpretation of endoluminal three-dimensional CT colonography: visual perception of experienced and inexperienced readers. *Radiol*, 273 (3), 783-792.
71. McCarthy, E. & Brennan, P. 2003. Viewing conditions for diagnostic images in three major Dublin hospitals: a comparison with WHO and CEC recommendations. *Br J Radiol*, 76 (902), 94-97.
72. McCollough, C. 1965. Color adaptation of edge-detectors in the human visual system. *Science*, 149 (3688), 1115-1116.
73. McEnery, K., Sutor, C., Hildebrand, S. & Downs, R. 2000. Radiologist's clinical information review workstation interfaced with digital dictation system. *J Digit Imaging*, 13 (1), 45-48.
74. Minn, M., Zandieh, A. & Filice, R. 2015. Improving radiology report quality by rapidly notifying radiologist of report errors. *J Digit Imaging*, 28 (4), 492-498.
75. Mojiri, M., Khanloo, K. & Moghimbeigi, A. 2013. The effect of viewing conditions on reader performance in radiographic images. *J Paramed Sci*, 4 (1), 64-72.

76. Moreira, M. 1997 Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente. *Disponible en* <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>. Consultado el 09/01/2019.
77. Moshfeghi, M., Shahbazian, M., Sadat, S., Sajabi, S. & Ansari, H. 2015. Effect of different viewing conditions on radiographic interpretation. *J Dent* 12 (11), 853-858.
78. Motyer, R., Liddy, S., Torreggiani, W. & Buckley, O. 2016. Frequency and analysis of non-clinical errors made in radiology reports using the National Integrated Medical Imaging System voice recognition dictation software. *Ir J Med Sci*, 185 (4), 921-927.
79. Nakashima, R., Kobayashi, K., Maeda, E., Yoshikawa, T. & Yokosawa, K. 2013. Visual search of experts in medical image reading: The effect of training, target prevalence, and expert knowledge. *Front Psychol*, 4 (166), 201300166.
80. Nascimento, E., Gaeta-Araujo, H., Vasconcelos, K., Freire, B., Oliveira-Santos, C. & et al 2018. Influence of brightness and contrast adjustments on the diagnosis of proximal caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol*, 47 (8), 20180100.
81. National Radiological Protection Board 2001 Guidance notes for dental protectioners on the safe use of X-ray equipment. *Disponible en* https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/337178/misc_pub_DentalGuidanceNotes.pdf. Consultado el 09/01/2019.
82. Northern Sydney Local Health District 2012 Manly emergency department voice recognition evaluation. *Disponible en* https://www.aci.health.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0011/273962/copy-of-manly-vr-evaluation-report-may-2012-0.pdf. Consultado el 09/01/2019.

83. Ortega, D. & García, C. 2002. Prevención de riesgo en radiología: el error y el radiólogo. *Rev Chil Radiol*, 8 (3), 135-140.
84. Ozdemir, D., Polat, N. & Polat, S. 2004. Lipiodol UF retention in dental sialography. *Br J Radiol*, 77 (924), 1040-1041.
85. Patel, N., Rushton, V., Macfarlane, T. & Horner, K. 2000. The influence of viewing conditions on radiological diagnosis of periapical inflammation. *Br. Dent. J*, 189 (1), 40-42.
86. Pezzullo, J., Tung, G., Rogg, J., Davis, L., Brody, J. & Mayo-Smith, W. 2008. Voice recognition dictation: Radiologist as transcriptionist. *J Digit Imaging*, 21 (4), 384-389.
87. Pinto, A., Acampora, C., Pinto, F., Kourdioukova, E., Romano, L. & Verstraete, K. 2011. Learning from diagnostic errors: a good way to improve education in radiology. *Eur J Radiol* 78 (3), 372-376.
88. Pinto, A. & Brunese, L. 2010. Spectrum of diagnostic errors in radiology. *World J Radiol*, 2 (10), 377-383.
89. Prabhu, S., Gandhi, S. & Goddard, P. 2005a. Ergonomics of digital imaging. *Br J Radiol*, 78 (931), 582-586.
90. Prabhu, S. P., Ganghi, S. & Goddard, P. R. 2005b. Ergonomics of digital imaging. *Br J Radiol*, 78, 582-586.
91. Ramírez, J., Rodríguez, C., Castro, Ó. & Motta, G. 2007. La comunicación del radiólogo con médicos tratantes y pacientes. *Medigraphic*, 5 (4), 228-232.

92. Reiner, B. 2013. Strategies for radiology reporting and communication. Part 1: Challenges and heightened expectations. *J Digit Imaging*, 26 (4), 610-613.
93. Retamal, C. 2016 Características de identificación y diagnóstico que presenta la solicitud radiográfica de los pacientes atendidos en la Unidad de radiología maxilofacial del Centro de producción dental del Hospital de Curicó durante el periodo de enero a junio del año 2015. *Facultad de Ciencias de la Salud Escuela de Odontología*. Talca, Universidad de Talca.
94. Rill, L., Huda, W. & Gkanatsios, N. 1999. View box luminance measurements and their effect on reader performance. *Acad Radiol*, 6 (9), 521-529.
95. Robinson, P. J. A. 1997. Radology's achilles' heel: error and variation in the interpretation of the Roentgen image. *Br J Radiol*, 70 (839), 1085-1098.
96. Ruutiainen, A., Durand, D., Scanlon, M. & Itri, J. 2013. Increased error rates in preliminary reports issued by radiology residents working more than 10 consecutive hours overnight. *Acad Radiol*, 20 (3), 305-311.
97. Sabih, D., Sabih, A., Sabih, Q. & Khan, A. 2011. Image perception and interpretation of abnormalities; can we believe our eyes? Can we do something about it? *Insights Imaging*, 2 (1), 47-55.
98. San Pedro, J. 1983. Análisis crítico de la primera memoria de radiología máxilofacial en Chile. *Anuario Soc Radiolog Dental de Chile*, 1 (1), 48.
99. Scarfe, W., Fana, C. & Farman, A. 1995. Radiographic detection of accesory/lateral canals: use of RadioVisioGraphy and Hypaque. *J Endod*, 21 (4), 185-190.

100. Schortinghuis, J., Pijpe, J., Spijkervet, F. & Vissink, A. 2009. Retention of lipiodol after parotid gland sialography. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 38 (4), 346-349.
101. Serrahima, L. 2009. El programa de reconocimiento de voz. Dragon Naturally Speaking. *Panace@*, 10 (29), 72-75.
102. Shafiee, A. & Atala, A. 2016. Printing technologies for medical applications. *Trends Mol Med*, 22 (3), 254-265.
103. Shelley, A. 2018. Reporting of dental radiographs in general dental practice. *Prim Dent J*, 2 (1), 46-49.
104. Shokri, A., Kasraei, S., Lari, S., Mahmoodzadeh, M., Khaleghi, A., Musavi, S. & Akheshteh, V. 2018. Efficacy of denoising and enhancement filters for detection of approximal and occlusal caries on digital intraoral radiographs. *J Conserv Dent*, 21 (2), 162-168.
105. Siewert, B., Brook, O., Hochman, M. & Eisenberg, R. 2016. Impact of communication errors in radiology on patient care, customer satisfaction, and workflow efficiency. *Am J Roentgenol*, 206 (3), 573-579.
106. Société Française de Radiologie 2007. Recommandations générales pour l'élaboration d'un compte-rendu radiologique (CRR). *J Radiol*, 88, 304-306.
107. Srinivasa, A. & Brooks, M. 2015. The malpractice liability of radiology reports: minimizing the risk. *Am Coll Radiol*, 35 (3), 547-554.

108. Stec, N., Arje, D., Moody, A., Krupinski, E. & Tyrrell, P. 2018. A systematic review of fatigue in radiology: Is it a problem? *Am J Roentgenol*, 210 (4), 799-806.
109. Strickland, N. 2000. PACS (picture archiving and communication systems): filmless radiology. *Arch Dis Child*, 83 (1), 82-86.
110. Suwa, K., Furukawa, A., Matsumoto, T. & Yosue, T. 2001. Analyzing the eye movement of dentists during their reading of CT images. *Odontology*, 89 (1), 54-61.
111. Terezinha, E. 2007. Revisión sistemática X Revisión narrativa. *Acta Paul Enferm*, 20 (2), 9-10.
112. Tracy, K., Dykstra, B., Gakenheimer, D., Scheetz, J., Lacina, S., Scarfe, W. & Farman, A. 2011. Utility and effectiveness of computer-aided diagnosis of dental caries. *Gen Dent*, 59 (2), 136-144.
113. Truong, K., Hoffman, H., Policeni, B. & Maley, J. 2018. Radiocontrast dye extravasation during sialography. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 127 (3), 192-199.
114. Turgeon, D. & Lam, E. 2016. Influence of experience and training on dental students' examination performance regarding panoramic images. *J Dent Educ*, 80 (2), 156-164.
115. Utami, S., Kiswanjaya, B., Syahraini, S. & Ustriyana, P. 2017. Tolerance limit value of brightness and contrast adjustment on digitized radiographs. *J Phys*, 884 (1), 012052.

116. Valizadeh, S., Rahimian, S., Balali, M. & Azizi, Z. 2017. Effect of zooming, colorization, and contrast conversion on proximal caries detection. *Avicenna J Dent Res*, 9 (1), 29368.
117. van Vliet, E., Hermans, J., De Wever, W., Eijkemans, M., Steyerberg, E. & et al 2008. Radiologist experience and CT examination quality determine metastasis detection in patients with esophageal or gastric cardia cancer. *Eur Radiol*, 18 (11), 2475-2484.
118. Waite, S., Kolla, S., Jeudy, J., Legasto, A., Macknik, S., Martinez-Conde, S., Krupinsky, E. & Reede, D. 2016. Tired in the reading room: the influence of fatigue in radiology. *J Am College Radiol*, 14 (2), 191-197.
119. Waite, S., Moore Scott, J., Legasto, A., Kolla, S., Gale, B. & Krupinsky, E. 2017a. Systemic error in radiology. *Am J Roentgenol*, 209 (3), 629-639.
120. Waite, S., Scott, J., Gale, B., Fuchs, T., Kolla, S. & Reede, D. 2017b. Interpretative error in radiology. *Am J Roentgenol*, 208 (4), 739-749.
121. Whaites, E. & Drage, N. 2014. Fundamentos de radiología dental. 5ta Ed. *Elsevier Masson*, España.
122. Wilcox, J. 2006 The written radiology report. *Disponible en https://cdn.agilitycms.com/applied-radiology/PDFs/Issues/AR_07-06_Wilcox.pdf*. Consultado el 09/01/2019.
123. Yu, J.-P., Kansagra, A. & Mongan, J. 2014. The radiologist's workflow environment: Evaluation of disruptors and potential implications. *J Am Coll Radiol*, 11 (6), 589-593.

124. Zangari, F. 2016. Professional liability in dental radiology. *J Med Toxicol*, 2 (1), 100016.
125. Zhara, A., Syahraini, S., Kiswanjaya, B. & Ustriyana, P. 2017. The limit values for brightness and contrast adjustment in digital panoramic radiography. *J Phys*, 884 (1), 012044.