



Universidad
Norbert Wiener

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y SEGUNDAS
ESPECIALIDADES
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA MAXILAR**

Tesis

Comparación del análisis de Bolton en modelos convencionales versus
digitales en el servicio de ortodoncia y ortopedia maxilar en la Universidad
Norbert Wiener en el año 2025

Para optar el Título de
Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Presentado por:

Autor: Burgos Torres, Cristhian Boris

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4386-5498>

Asesora: Mg. Orihuela Ubillus, Melissa Fiorella

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0480-3567>

Lima – Perú

2026

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSION: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Burgos Torres Cristhian Boris egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y ☒ Programa Académico de Odontología / ☐ Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que la tesis "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE BOLTON EN MODELOS CONVENCIONALES VERSUS DIGITALES EN EL SERVICIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR EN LA UNIVERSIDAD NORBERT WIENER EN EL AÑO 2025" Asesorado por el docente: Mg. Orihuela Ubillus Melissa Fiorella DNI 10698300 ORCID 0000-00003-0480-3567 tiene un índice de similitud de (16) % con código oid: :14912:616883836 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma de autor 1

Burgos Torres Cristhian Boris
DNI: 70876795



Firma

Mg. Orihuela Ubillus Melissa Fiorella
DNI: 10698300

Lima, 07 de agosto del 2026

DEDICATORIA

A mi familia, por su amor, apoyo y confianza durante todo este camino.

*A todas las personas que estuvieron a mi lado y me brindaron su apoyo y motivación para
alcanzar esta meta.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza y permitirme culminar esta etapa de mi formación profesional.

A mi asesora, Mg. Cd. Esp. Melissa Orihuela Ubillus, por compartir sus conocimientos y por orientar esta investigación con dedicación y compromiso.

A cada docente que contribuyó a mi formación profesional, por sus enseñanzas y experiencias compartidas durante este proceso.

Finalmente, agradezco a mi familia y a todas las personas que me brindaron su apoyo, confianza y motivación para hacer posible la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

Introducción	viii
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la Investigación	5
1.4.1 Teórica.....	5
1.4.2 Metodológica.....	5
1.4.3 Práctica	6
1.5 Delimitaciones de la Investigación.....	6
1.5.1 Temporal.....	6
1.5.2 Espacial	6
1.5.3 Recursos	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Bases teóricas.....	11
2.3. Formulación de hipótesis.....	24
2.3.1 Hipótesis general	24
2.3.2 Hipótesis específicas	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	26
3.1. Método de la investigación	26
3.2. Enfoque de la investigación	26
3.3. Tipo de investigación:	26
3.4. Diseño de la investigación.....	26
3.5. Población, muestra y muestreo	26

3.5.1 Población	26
3.5.2 Muestreo	26
3.5.3 Criterios de inclusión	27
3.5.4 Criterios de Exclusión	27
3.6. Variables y operacionalización	27
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7.1. Técnica	29
3.7.2. Descripción de instrumentos	29
3.7.3. Validación	31
3.7.4. Confiabilidad	32
3.8. Procesamiento y análisis de datos	32
3.9. Aspectos éticos	33
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	34
4.1. Resultados	34
4.2 Discusión de resultados	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones	50
5.2. Recomendaciones	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	59
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 :Distribución de los modelos de estudio según sexo de los pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener -----	34
Tabla 2: Distribución de los modelos de estudio según grupo etario de los pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. -----	35
Tabla 3: Comparación del índice de Bolton total mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. -----	36
Tabla 4 : Comparación del índice de Bolton anterior mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. -----	37
Tabla 5: Pruebas de normalidad de las mediciones realizadas-----	38
Tabla 6: Prueba de muestras emparejadas para la comparación de los métodos convencional y digital.-----	40
Tabla 7 :Comparación del índice de Bolton anterior según sexo.-----	41
Tabla 8: Comparación del índice de Bolton total según sexo. -----	42
Tabla 9: Comparación del índice de Bolton anterior según edad. -----	43
Tabla 10: Comparación del índice de Bolton total según edad.-----	44

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Distribución de los modelos de estudio según sexo, en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. _____	34
Grafico 2: Distribución de los modelos de estudio según grupo etario de los pacientes atendidos en el Servicio Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. _____	35
Ilustración 3: Comparación del índice de Bolton total mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. _____	36
Grafico 4: Comparación del índice de Bolton anterior mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener. _____	37

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante los métodos convencional y digital en modelos de estudio de pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener durante el año 2025. La muestra estuvo conformada por 35 modelos de yeso y sus respectivos archivos digitales en formato STL, seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio simple, de acuerdo con los criterios establecidos. Las mediciones convencionales se realizaron con un calibrador digital sobre modelos de yeso, mientras que las mediciones digitales se efectuaron mediante el software Medit Design en modelos tridimensionales. Se registraron los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias para determinar los índices de Bolton anterior y total. Los datos fueron procesados mediante el programa Stata versión 16. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad y la prueba t de Student para muestras relacionadas para comparar los métodos convencional y digital. Asimismo, se empleó ANOVA para las comparaciones según sexo y edad, considerando un nivel de significancia de 0,05. El índice de Bolton total presentó una media de 90,18 % mediante el método convencional y de 90,16 % mediante el método digital, mientras que el índice de Bolton anterior presentó medias de 76,60 % y 76,58 %, respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos convencional y digital para el índice de Bolton anterior ($p = 0,492$) ni para el índice de Bolton total ($p = 0,560$), tampoco según sexo ni edad ($p > 0,05$). Se concluye que el método digital proporciona resultados comparables con el método convencional y constituye una alternativa confiable para el diagnóstico ortodóncico.

PALABRAS CLAVE: análisis de Bolton, ortodoncia, modelos digitales, modelos de yeso, escáner intraoral.

ABSTRACT

The present study aimed to compare the anterior and total Bolton indices obtained using conventional and digital methods in study models of patients treated at the Orthodontics and Maxillary Orthopedics Service of Universidad Norbert Wiener during 2025. The sample consisted of 35 plaster models and their corresponding digital files in STL format, selected through simple random probabilistic sampling according to the established criteria. Conventional measurements were performed using a digital caliper on plaster models, while digital measurements were obtained using Medit Design software on three-dimensional models. Mesiodistal tooth widths were recorded to determine the anterior and total Bolton indices. Data were processed using Stata version 16. The Shapiro-Wilk test was applied to assess normality, and the paired-samples Student's t-test was used to compare the conventional and digital methods. Additionally, analysis of variance (ANOVA) was used for comparisons according to sex and age, considering a significance level of 0.05. The total Bolton index showed a mean of 90.18% using the conventional method and 90.16% using the digital method, while the anterior Bolton index showed means of 76.60% and 76.58%, respectively. No statistically significant differences were found between the conventional and digital methods for the anterior Bolton index ($p = 0.492$) or the total Bolton index ($p = 0.560$), nor according to sex or age ($p > 0.05$). It was concluded that the digital method provides results comparable to those obtained with the conventional method and constitutes a reliable alternative for orthodontic diagnosis.

KEYWORDS: Bolton analysis, orthodontics, digital models, plaster models, intraoral scanner.

Introducción

El diagnóstico ortodóncico requirió herramientas precisas que permitieran evaluar adecuadamente las relaciones dentarias y planificar tratamientos eficaces. Tradicionalmente, los modelos de yeso habían sido utilizados como método convencional para el análisis de las estructuras dentales; sin embargo, los avances tecnológicos impulsaron el uso de modelos digitales obtenidos mediante escáneres intraorales y softwares especializados, los cuales ofrecieron mayor rapidez, almacenamiento digital y facilidad de manipulación.

Dentro de los análisis más importantes en ortodoncia destacó el análisis de Bolton, empleado para determinar la proporción mesiodistal entre las piezas dentarias superiores e inferiores, permitiendo identificar discrepancias que pudieran afectar la estabilidad oclusal y los resultados del tratamiento. Debido a ello, resultó fundamental conocer si los modelos digitales presentaban la misma precisión que los modelos convencionales en la obtención de estos índices.

La presente investigación tuvo como objetivo comparar los resultados de los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio de pacientes atendidos en la especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener. El estudio presentó un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, comparativo y transversal, y utilizó modelos de yeso y archivos digitales STL para realizar las mediciones correspondientes.

En el desarrollo de la investigación, el primer capítulo abordó el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos del estudio. El segundo capítulo comprendió los antecedentes y las bases teóricas relacionadas con el diagnóstico ortodóncico, el análisis de Bolton y las técnicas digitales aplicadas en ortodoncia. El tercer capítulo describió la metodología utilizada, incluyendo la población, muestra, instrumentos y procedimientos de análisis. Finalmente, el cuarto capítulo presentó los resultados obtenidos, su análisis estadístico y la discusión correspondiente, lo que permitió establecer conclusiones sobre la confiabilidad de los métodos evaluados.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El estudio de modelos dentales en ortodoncia es una herramienta crucial como ayuda diagnóstica para comprender las relaciones oclusales y evaluar la maloclusión. Su bajo costo, precisión y facilidad de medición ayudan a los clínicos a mejorar el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Estos modelos, junto con la historia clínica y radiografías, son esenciales para un diagnóstico preciso. ⁽¹⁾

La manipulación y el almacenamiento de modelos tradicionales en ortodoncia tienen varios inconvenientes, incluyendo el riesgo de daños, pérdida y ruptura. Esto ha propiciado un aumento en el uso de modelos digitales, que presentan muchas ventajas y podrían eventualmente sustituir a los modelos convencionales. Asimismo, las herramientas de software para clasificar automáticamente modelos digitales ofrecen importantes beneficios a ortodoncistas e investigadores, ya que permiten una evaluación objetiva, reproducible y segura de los resultados del tratamiento. ^(2,3)

Los modelos de yeso han sido esenciales para el diagnóstico ortodóntico, pero la llegada de escáneres 3D permite la digitalización y almacenamiento de modelos intraorales, lo que agiliza su manejo. Este tipo de análisis en plataformas digitales facilita el acceso a la información y elimina la necesidad de herramientas de medición físicas. En el futuro, el modelado digital intraoral podría revolucionar los procedimientos de análisis,

ofreciendo ventajas como una rápida transferencia de datos, acceso inmediato y menos requerimientos de espacio. ^(4,5)

Los escáneres han progresado considerablemente, proporcionando un mapeo de alta calidad de tejidos duros y blandos, lo que sustituye los modelos de yeso convencionales. Esto ha eliminado la incomodidad del proceso de vertido y recorte de moldes, así como la necesidad de retirarlos en cada visita. Actualmente, los ortodoncistas pueden visualizar las piezas dentales en 3D en diferentes pantallas, lo que mejora la comunicación con el paciente. ⁽⁶⁾

Loma H. (Universidad Científica del Sur, 2023) realizó un estudio comparativo sobre el grado de confiabilidad y precisión de los modelos de yeso tradicionales frente a los modelos digitales obtenidos mediante escáneres intraorales y extraorales. Los resultados concluyeron que ambos métodos presentan confiabilidad y precisión. Aunque se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ciertos aspectos, estas no fueron clínicamente relevantes, salvo en el diagnóstico bucal, donde el escáner de sobremesa mostró mayor precisión. Asimismo, se confirmó que tanto la tomografía computarizada como el escáner intraoral constituyen opciones viables para la digitalización de modelos. ⁽⁷⁾

La evolución del software de modelos tridimensionales permite realizar configuraciones y modificaciones en cuanto a medidas y cálculos de diámetros mesiodistales y relaciones de Bolton que son clínicamente aceptables, para obtener diagnósticos ideales y un tratamiento ortodóncico adecuado. ⁽⁸⁾

Estudios han demostrado la fiabilidad clínica de la tecnología digital en ortodoncia, lo que ha permitido un flujo de trabajo innovador y ha recibido comentarios muy positivos de los pacientes. Este método digital es útil, recomendable y fácil de manejar. Su aplicación ha mejorado significativamente el diagnóstico, la planificación y la ejecución de tratamientos en la práctica ortodóntica, reflejando su amplia utilización en la sociedad y la profesión. (9,10)

A pesar de los avances en la digitalización de los modelos de estudio, persiste la necesidad de determinar si las mediciones obtenidas mediante modelos digitales son comparables con aquellas realizadas en modelos convencionales de yeso, especialmente en análisis utilizados para el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóntico. El análisis de Bolton permite evaluar la discrepancia entre el tamaño mesiodistal de los dientes superiores e inferiores y constituye una herramienta importante para establecer la relación dentodentaria. Sin embargo, las diferencias en el método de obtención y medición de los modelos podrían generar variaciones en los resultados del análisis. (7,11)

En este contexto, el problema de investigación surge de la necesidad de establecer si el método digital proporciona resultados equivalentes al método convencional en la determinación de los índices de Bolton anterior y total. Esta comparación resulta relevante debido al creciente uso de modelos digitales en la práctica ortodóntica y a la necesidad de contar con mediciones confiables para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Por ello, la presente investigación busca comparar los resultados del análisis de Bolton obtenidos mediante modelos convencionales y digitales en pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener durante el año 2025. (7,11)

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General:

- ¿Existen diferencias en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio del servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar en la Universidad Norbert Wiener, 2025?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Existen diferencias en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo?
- ¿Existen diferencias en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo?
- ¿Existen diferencias en el índice de Bolton anterior mediante el método convencional y el método digital según edad?
- ¿Existen diferencias en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Comparar los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio del servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar en la Universidad Norbert Wiener.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Comparar el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.

- Comparar el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.
- Comparar el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.
- Comparar el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Teórica

El estudio que se lleva a cabo brinda los conceptos y conocimientos de las aplicaciones digitales actuales, para validar la comparación del análisis de Bolton en modelos convencionales versus modelos digitales.

1.4.2 Metodológica

Esta investigación es metodológicamente relevante, ya que se llevará a cabo un estudio Descriptivo, Prospectivo, Comparativo y Transversal, por la cual se realizará recopilaciones de datos y evaluaciones de análisis estadísticos.

1.4.3 Práctica

Este trabajo de investigación destaca la relevancia del uso de ordenadores en la ortodoncia, ya que proporcionan a los ortodoncistas una herramienta de diagnóstico eficaz para establecer un plan de tratamiento adecuado. Los modelos dentales digitalizados podrían remplazar los métodos tradicionales, facilitando las mediciones necesarias para un diagnóstico preciso.

1.5 Delimitaciones de la Investigación

1.5.1 Temporal:

El presente estudio se llevó cabo en el año 2025.

1.5.2 Espacial:

Se evaluaron modelos de yeso y modelos digitales de los pacientes atendidos en el servicio de Ortodoncia y ortopedia maxilar, de la Universidad Norbert Wiener.

1.5.3 Recursos:

Los recursos fueron cubiertos por el investigador, como la contratación de un profesional estadístico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Malin L, Hajdarevic A, Cirgic E, Sabel N (2024), realizaron “un estudio con 30 pacientes al comparar la validez y eficiencia de tres secuencias de medición: manual en yeso, manual en modelos digitales y automático en modelos digitales” Se utilizó CS Model para analizar variables métricas y categóricas, así como el tiempo de operación. Se concluyó que el análisis digital es consistente con el manual en variables métricas, aunque las variables categóricas presentaron un débil acuerdo en el método automático, este método resultó ser el más rápido, sugiriendo que, a pesar de su eficiencia, algunos aspectos cualitativos podrían necesitar más validación. ⁽¹¹⁾

Pasini M, Carli E, Giambastiani F, Giuca M, Tripodi D (2023), realizaron “un estudio retrospectivo, escaneando modelos dentales de 138 pacientes adolescentes caucásicos utilizando un escáner extraoral y el software Ortho3Shape para medir longitudes de arcos inferiores y coeficientes de Bolton”. Los resultados mostraron que el coeficiente anterior del índice de Bolton coincidía con datos de estudios previos, validando así las mediciones digitales. Se concluye que los modelos CAD/CAM digitales son una alternativa viable a los modelos de yeso, facilitando su preservación y recuperación. Para investigaciones futuras, se sugiere el uso de escáneres intraorales (IOS) para mejorar la precisión y obtener mejores resultados clínicos. ⁽¹²⁾

Rahman A, Othman S, Anand M (2023), “analizaron la aplicabilidad de los índices de Bolton en la población ortodóntica de Malasia, compuesta por malayos, chinos e indios, utilizando 150 modelos pre-ortodónticos”. No se encontraron diferencias significativas entre géneros ni correlación entre grupos étnicos y clases de maloclusión. Sin embargo, observaron diferencias en los valores de Bolton, con malayos mostrando más exceso maxilar y chinos e indios más

deficiencia maxilar. Se concluyó que los estándares de Bolton son válidos para chinos e indios, pero no para malayos, lo que sugiere la necesidad de un estándar específico para esta población.

(13)

Singh M, Juneja A, Shetty D, Sharma P, Raza M, Jain S (2023), “evaluaron la precisión y reproducibilidad de modelos digitales escaneados con láser en comparación con modelos de yeso”. Se escanearon 50 modelos de yeso con un escáner 3M ESPE Lava scan ST, realizando mediciones intraarcada e interarcada. Las mediciones de los modelos de yeso se hicieron con calibradores digitales, y las digitales se analizaron con el software MiniMagics 3.0. Los resultados mostraron que no obtuvieron diferencias significativas en la mayoría de los parámetros, aunque algunas diferencias no fueron clínicamente relevantes. El método digital mostró buena reproducibilidad ($r > 0.7$), pero se observó variación en la sobremordida debido a la superposición de estructuras en los modelos digitales. El análisis de Bolton no mostró diferencias significativas, concluyendo que los modelos digitales son comparables a los de yeso. ⁽¹⁴⁾

Alam M, Shujaat S, Saood S, Asghar T (2023), realizaron un “estudio cuasiexperimental en pacientes pakistaníes con maloclusión esquelética de clase I”. se obtuvieron 30 modelos de yeso de pacientes (12 hombres y 18 mujeres) para examinar el impacto de diferentes patrones de extracción de premolares en las relaciones Bolton global (0,91) y posterior (1,05) Los resultados mostraron que las extracciones de primeros premolares (4s) provocaron un cambio significativo en la relación Bolton global, mientras que los patrones 4/4 y 4/5 impactaron la relación Bolton posterior. A pesar de la reducción estadísticamente significativa en los cocientes de Bolton, esta no fue clínicamente relevante. ⁽¹⁵⁾

Loma H. (2023), realizaron un metaanálisis “evaluando el grado de fiabilidad evaluando el análisis de Bolton en modelos digitales vs los modelos de yeso extraorales” concluyendo que ambos métodos son precisos a diferencia de los modelos tradicionales, Aunque se encontraron diferencias estadísticamente significativas en varios artículos, clínicamente no se consideraron relevantes, excepto en el diagnóstico dental, donde el escáner de sobremesa fue el más preciso. ⁽⁷⁾

Nattraja J. (2022), “evaluaron la comparación de validez de los anchos de los dientes y el análisis de Bolton en 40 pacientes, utilizando un escáner intraoral 3Shape y modelos de yeso de impresiones de alginato y silicona”. Los modelos digitales se analizaron con el software OrthoAnalyzer, mientras que se utilizaron calibres Vernier para los modelos de yeso. Se encontraron diferencias relevantes, siendo los modelos de yeso más precisos en las mediciones de anchos mesiodistales y proporciones de Bolton. A pesar de que los modelos digitales mostraron buena reproducibilidad, el estudio concluye que los modelos de yeso son superiores en precisión para estas mediciones. ⁽¹⁶⁾

Baciu E, et al (2022), “realizaron un estudio comparativo entre las mediciones de ortodoncia manuales y digitales en modelos físicos y digitales”. Los modelos físicos se obtuvieron mediante vertido tradicional, mientras que los digitales se crearon a partir del escaneo de los modelos físicos con un escáner dental y luz LED. Se midieron los modelos físicos con un calibrador digital antes de escanearlos y evaluarlos con el software DentalCad 3.0 Galway. La conclusión es que tanto los modelos elaborados con procesamiento de luz directa (DLP) como los de yeso clase IV son aceptables para la enseñanza en ortodoncia. ⁽¹⁷⁾

Jabri M, et al (2021), Se llevó a cabo un estudio comparativo sobre la precisión del análisis de Bolton en modelos de yeso de diferentes grupos de maloclusión, utilizando calibradores digitales y el escáner iTero en 61 pacientes (20 de clase I, 20 de clase II y 21 de clase III). Se realizaron escaneos digitales y mediciones manuales para valorar los anchos y las relaciones de Bolton. Los resultados revelaron diferencias significativas en las relaciones Bolton anterior y total entre los modelos dentales digitales. Se concluyó que el escáner iTero es una herramienta eficaz tanto para el escaneo intraoral otorgando una precisión comparable a los métodos tradicionales para el análisis de modelos dentales. ⁽¹⁸⁾

Tunca M, Tunca Y, Kotan S, Bilen S (2021), realizaron un estudio comparativo en 30 individuos de 18 a 25 años con maloclusiones de Clase I, II y III para evaluar la desviación de la longitud del arco, el análisis de Bolton, y los valores de resalte y sobremordida entre modelos de yeso y digitalizados con el escáner intraoral iTero Element 2, realizando mediciones en dos ocasiones con un mes de diferencia. Concluyendo que no hubo diferencias significativas en la desviación de la longitud del arco, resalte y sobremordida. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la longitud del arco inferior y en la proporción anterior del análisis de Bolton, mientras que no hubo diferencias en la proporción total. Se concluyó que los modelos digitalizados con iTero y el software OrthoCAD son precisos y representan una alternativa viable a los métodos tradicionales. ⁽¹⁹⁾

Liu J, et al (2021), evaluaron la fiabilidad y validez de las mediciones dentales, comparando la medición tridimensional (3D) de un modelo digital obtenido con un escáner 3D portátil con mediciones realizadas con un calibrador digital en modelos de yeso en 2,800 dientes en 100 juegos de modelos, logrando un excelente coeficiente de correlación intraclase ($ICC > 0,75$) que indica alta confiabilidad. El análisis de Bland-Altman mostró diferencias mínimas,

especialmente en el diámetro mesiodistales. Aunque se observaron algunas variaciones en los diámetros de distintos tipos de dientes, los sesgos fueron cercanos a cero y los límites de acuerdo se mantuvieron dentro de 0,5 mm. Se concluyó que las mediciones 3D son consistentes con los métodos convencionales y son adecuadas para la metrología dental. ⁽²⁰⁾

Abdagadir R, Amal M, Abuaffan H (2020), realizaron un estudio en modelos dentales de 104 estudiantes sudaneses (52 hombres y 52 mujeres) con oclusión normal, midiendo el ancho mesiodistal de los dientes anteriores hasta los segundos molares. Se utilizaron pruebas T para comparar diferencias de género y evaluar discrepancias con el índice original de Bolton. Se concluyó que no hubo diferencias significativas índices de Bolton anterior y total entre géneros ($P > 0,05$). Sin embargo, los índices generales para toda la muestra mostraron diferencias significativas con el estudio original de Bolton ($P < 0,05$), sugiriendo que estos índices podrían no ser aplicables a la población sudanesa. ⁽²¹⁾

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Diagnóstico en Ortodoncia

Para lograr una oclusión equilibrada con una buena intercuspidación, es fundamental que los dientes superiores e inferiores tengan una proporción anatómica correcta. Esto incluye un resalte y sobremordida adecuados. Por lo tanto, durante el diagnóstico ortodóncico, es crucial evaluar la relación entre el tamaño de los dientes para asegurar una alineación y función óptimas. ⁽²²⁾

Los avances en diagnóstico han destacado la importancia de una planificación y documentación precisas en ortodoncia. Mantener registros detallados, como modelos,

imagenologías, fotografías es crucial para asegurar la calidad y efectividad del tratamiento. Un informe de diagnóstico completo documenta el estado inicial y el progreso del tratamiento, garantizando una terapia ortodóncica efectiva. ⁽²³⁾

2.2.2 Sistemas de Diagnóstico

El diagnóstico ortodóncico comprende los siguientes aspectos:

- Historia clínica (Anamnesis)
- Examen clínico
- Exámenes complementarios (modelos de trabajo, fotografías secuenciales, radiografías panorámicas y cefalométricas) que son claves para identificar anomalías en el esqueleto dental y craneofacial. ⁽²⁴⁾

2.2.3 Historia Clínica

Recopilar una historia clínica completa es esencial para que el ortodoncista obtenga información clave para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Una historia clínica inexacta puede dificultar el diagnóstico y comprometer la seguridad del tratamiento. Por lo tanto, es fundamental obtener una historia detallada que incluya antecedentes médicos, familiares, genéticos y odontológicos para prevenir complicaciones durante y después del tratamiento. ⁽²⁵⁾

2.2.4 Examen Clínico

El examen clínico comienza con la observación extraoral de la estética facial y dentofacial, evaluando la armonía en los planos sagital y vertical, tanto de frente como de perfil. A continuación, se lleva a cabo una evaluación funcional de las articulaciones temporomandibulares (ATM) y los músculos masticatorios. Posteriormente, se lleva a cabo un

examen intraoral de dientes, tejidos blandos, funciones dentales y el área periodontal. Esta secuencia, diseñada para minimizar la incomodidad del paciente, utiliza un formulario detallado para organizar y analizar la información, facilitando así el diagnóstico y la planificación del tratamiento. ⁽²⁶⁾

2.2.5 Exámenes Complementarios

Representan los métodos indirectos en el diagnóstico de ortodoncia, siendo exámenes auxiliares necesarios en todos los casos. Este grupo incluye modelos de estudio convencionales o digitales, radiografías panorámicas y análisis cefalométricos, así como la secuencia de fotografías, que son herramientas fundamentales e indispensables para un diagnóstico adecuado.

En ortodoncia, donde el enfoque principal es el diagnóstico y planificación del tratamiento, el continuo avance tecnológico respalda los procesos previos que permiten la visualización de resultados en la toma ideal de decisiones, son valiosas para el monitoreo o la evolución del tratamiento del paciente. ⁽²⁶⁾

2.2.6 Modelos de Estudio

Los modelos de estudio en ortodoncia ofrecen información detallada sobre los arcos dentales, como relaciones molares, resalte, sobremordida, angulación e inclinación de los dientes y asimetrías de los arcos, que son esenciales para la planificación del tratamiento. También permiten simular el tratamiento ortodóntico al mover dientes individuales y alinearlos en la posición deseada. Este proceso, conocido como "montaje dental de ortodoncia" y desarrollado por

Kesling, ayuda a los ortodoncistas a comprender mejor las posibilidades y limitaciones del tratamiento, así como a visualizar el resultado final. ⁽²⁷⁾

2.2.7 Análisis de los modelos de Estudio

El análisis de las estructuras dentarias desde una perspectiva ortodóncica incluye diversos aspectos diagnósticos, como la evaluación clínica a través de la observación de la boca del paciente y fotografías, así como el análisis de modelos montados en un articulador para determinar la relación oclusal. Este análisis nos permite examinar las arcadas en los tres planos del espacio:

Análisis transversal de las arcadas dentarias

El plano medio sagital se utiliza como referencia para identificar desviaciones transversales, como compresiones unilaterales o bilaterales, simetría y mordidas cruzadas laterales.

Análisis anteroposterior o sagital de las arcadas dentarias

Este análisis se enfoca en problemas sagitales, como el overjet, así como en la relación entre los caninos y los molares y las posiciones dentales en dirección mesiodistal de los sectores laterales, utilizando el plano transversal como referencia.

Análisis vertical de las arcadas dentarias

Para el análisis del overbite (sobremordida) y la infra o supra-erupción de uno o varios dientes, se emplea el plano oclusal, considerado un plano horizontal.

Análisis de la longitud de la arcada:

Existen tres situaciones diferentes al realizar el análisis intermaxilar en la posición de los dientes en sus arcadas.

1. Los dientes presentan una alineación perfecta, con los puntos de contacto adecuadamente establecidos.
2. Se notan diastemas.
3. Hay apiñamiento presente.

El análisis de esta discrepancia se realiza en la dentición mixta o permanente. Es crucial medirla con la mayor precisión posible, ya que es uno de los datos esenciales que utilizaremos en la planificación del tratamiento.

Espacio disponible:

Se refiere a la longitud de una línea que va desde la cara mesial del primer molar permanente hasta la cara mesial de su correspondiente en el lado opuesto, cruzando los puntos de contacto de los premolares y caninos, así como los bordes incisales de los incisivos.

Espacio requerido:

Se calcula sumando los anchos mesiodistales de los dientes que se encuentran mesialmente a los primeros molares. Dependiendo de si estos dientes han erupcionado o no, se utilizan diferentes métodos para evaluar la dentición mixta y la permanente.⁽²⁸⁾

2.2.8 Análisis de los diámetros Mesiodistales de los dientes en modelos de estudio.

La medición de las dimensiones de los dientes es fundamental en varios procedimientos odontológicos, como la planificación y la evolución del tratamiento ortodóncico. Se creía que el método clásico para medir el ancho mesiodistal consistía en usar un calibrador electrónico sobre un modelo.

Actualmente existen métodos modernos y alternativos para evaluar los modelos de yeso, verificando la precisión y efectividad de medición del ancho mesiodistal de los dientes.

(29)

2.2.9 Análisis de Bolton

La discrepancia en el tamaño de los dientes implica un desajuste entre los dientes individuales, lo que puede provocar maloclusiones si no hay una proporción adecuada entre los dientes de las arcadas maxilar y mandibular. Esta falta de concordancia puede complicar el tratamiento ortodóncico y afectar el resultado final. El análisis de Bolton, desarrollado en 1958 por Wayne Bolton, investiga estas diferencias y determina que, para lograr una oclusión ideal, es necesario mantener una relación anterior del 77,2% y una general del 91,3% en los anchos mesiodistales de los dientes. Este análisis es fundamental para detectar desarmonías dentales que pueden dificultar la corrección del overjet y overbite. Existen dos tipos de índices en este análisis: Bolton Total y Bolton Anterior. ^(17,30)

2.3.0 Bolton Total

El índice total se calcula dividiendo el ancho mesiodistal de los 12 dientes mandibulares (de primer molar a primer molar) por el tamaño mesiodistal de los 12 dientes maxilares. Según

Bolton, la relación ideal es de 91,3, con una desviación estándar de 1,91, lo que indica una sobremordida y oclusión posterior adecuadas, reflejando una armonía perfecta entre los arcos dentales. Si la relación total supera 93,21 (91,3 más la desviación estándar), suele señalar un exceso de material dental en la mandíbula. ⁽²¹⁾

2.3.1. Bolton Anterior

Este índice utiliza el mismo método que el índice total, pero se enfoca únicamente en los dientes anteriores. Se calcula dividiendo el tamaño mesiodistal de los seis dientes anteriores mandibulares (de canino a canino) entre el tamaño mesiodistal de los seis dientes anteriores maxilares, y multiplicando el resultado por 100. El valor resultante es conocido como la proporción o relación anterior, cuyo ideal es 77,2. ⁽²¹⁾

2.3.2 Técnicas de Medición de Modelos

La evaluación de los modelos de estudio nos permite evaluar la reproducibilidad de las características del arco dental, incluyendo los anchos mesiodistales de incisivos, caninos, premolares y primeros molares, así como los anchos interpremolares y molares, a través de mediciones manuales lineales. Para calcular índices dentales o diferencias entre la longitud de los arcos y su base ósea, es esencial conocer el diámetro mesiodistal de cada diente. Para ello, utilizamos un calibrador dental, como un pie de rey o un compás de precisión de puntas secas. ⁽²⁹⁾

2.3.3. Medición Manual de Modelos

A. Método visual: El procedimiento requiere habilidad y entrenamiento para observar modelos dentales y evaluar aspectos como el espacio, el apiñamiento, la posición de los dientes, los diastemas y las giroversiones. El método puede variar entre operadores, con la experiencia, su precisión es comparable a otros métodos.

B. Compás de dos puntas: Este método se utiliza para medir el ancho mesiodistal de las piezas dentarias, en segmentos de incisivos, caninos y premolares para calcular la suma del espacio disponible. También se suman los anchos mesiodistales de los diez dientes anteriores para determinar el espacio requerido. La diferencia entre ambas sumas indica la discrepancia dental. ⁽³¹⁾

C. Alambre de latón: En este procedimiento, se usa un alambre de latón adaptado al arco dental, que va desde la superficie mesial del primer molar derecho hasta la del primer molar izquierdo, para medir el espacio disponible. El alambre contornea el arco, tocando el mayor número posible de puntos de contacto entre los dientes. Finalmente, se coloca sobre una regla milimétrica para obtener la medida en milímetros. ⁽³¹⁾

D. Pie de rey (Vernier): La medición del arco dental se realiza con un calibrador Vernier, que proporciona medidas claras. El arco se divide en cuatro compartimentos para determinar el espacio disponible, lo que permite una evaluación detallada de cada sección y asegura un registro adecuado del espacio en toda la arcada dental. ^(16,31)

E. Digital: Los modelos digitales son importantes para la toma de decisiones y la planificación del tratamiento, respaldados por numerosos estudios que validan la precisión de sus mediciones. La literatura indica que las mediciones de los modelos de estudio de la arcada dental, incluidos los coeficientes anterior y total del análisis de Bolton, son valiosas para este procedimiento. ^(32,33,34)

2.3.4 Técnica de medición digital

La técnica de configuración digital, basada en datos de impresión digital, está reemplazando los tradicionales modelos de yeso en ortodoncia. Este cambio suprime el arduo

trabajo con los modelos de yeso y brinda datos precisos sobre la disposición de los dientes y la forma de las arcadas. La tecnología permite superposiciones en 3D, lo que facilita la visualización de los cambios durante el tratamiento y una evaluación detallada de las relaciones entre los dientes.

Los modelos digitales son manipulables, permitiendo segmentar y reposicionar los dientes en un entorno virtual, similar a los modelos convencionales. Existen diversos programas que analizan estos datos y construyen modelos, lo que aumenta la confiabilidad del proceso.

La incorporación de inteligencia artificial ha transformado la ortodoncia, permitiendo a los ortodoncistas segmentar y alinear dientes de manera más rápida y precisa. Esto mejora la secuencia del tratamiento y la comunicación con los pacientes, quienes pueden visualizar claramente los resultados esperados. La automatización reduce el tiempo dedicado a tareas manuales, permitiendo a los profesionales enfocarse en aspectos más relevantes del tratamiento. Además, la inteligencia artificial ayuda a identificar patrones y prever complicaciones, promoviendo un enfoque más personalizado y efectivo. En resumen, estas innovaciones hacen que la ortodoncia sea más eficiente y accesible. (36, 37)

2.3.5 Medición y precisión de escáneres intraorales

La precisión de los sistemas de imagen intraorales (IOS) depende de varios factores, como la competencia del operador, la distancia y angulación del escaneo, el patrón de escaneo, y los protocolos para establecer puntos de corte y realizar superposiciones. Comprender estos aspectos es esencial para optimizar el uso de los IOS en la práctica odontológica, permitiendo a los profesionales maximizar su efectividad.

Los anchos mesiodistales de cada diente se determina en la distancia más amplia entre los puntos de contacto. En incisivos y caninos, la medición se realiza en la superficie labial, mientras que en los premolares y primeros molares se toma en el plano oclusal. En el análisis de modelos digitales tridimensionales, los brazos del calibrador se colocan paralelos al eje longitudinal del diente.

Las mediciones incluyen el diámetro mesiodistal, que es la distancia máxima entre mesial y distal de la corona, y el diámetro vestibulolingual, que se mide entre los puntos convexos vestibular y lingual. También se evalúa la altura clínica de la corona, que se mide desde el punto medio del margen del incisivo, la cúspide canina o la punta bucal del premolar, hasta el borde más bajo de la encía en el cuello del diente. Estas mediciones son esenciales para un análisis detallado de la forma dental. ⁽³⁸⁾

2.3.6 Escáneres intraorales para el diagnóstico en ortodoncia

El desarrollo de los escáneres intraorales ha ido evolucionado a través del tiempo desde las antiguas y nuevas generaciones. Los sistemas de escaneados de antigua generación incluyen el Cerec Omnicam, iTero element, y Tríos 3, entre otros.

Cerec® Omnicam

En 1987, Sirona Dental System® comercializó un sistema que marcó un gran avance en los sistemas CEREC® CAD/CAM, diseñados para la restauración estética dental. Estos dispositivos utilizan principios de microscopía confocal y triangulación activa, funcionando como un sistema cerrado que exporta datos digitales en un formato compatible con dispositivos CAM. Sin embargo, la primera generación de CEREC® presentaba un margen de error superior a 100

micras, lo que podía causar microfiltraciones, caries, sensibilidad dental, ajustes inadecuados de las restauraciones y problemas periodontales ⁽³⁹⁾

Itero element 5

La casa comercial Aling technology, presenta en Alemania el sistema Itero Element, la técnica de registro con focal no requiere polvo en las superficies a escanear, aunque su limitación es que solo registra imágenes en un color. Posteriormente, se introdujo el iTero Element 5*, un cabezal más ligero y fácil de manejar que registra a 6000 cuadros por segundo, hasta 20 veces más rápido que su predecesor. Este sistema utiliza óptica de imágenes de infrarrojo cercano (NIRI) para detectar caries interproximales sobre el margen gingival. Su software permite importar y exportar información para la producción de restauraciones y dispositivos de ortodoncia, además de facilitar la gestión de datos de pacientes. El iTero Element 5D cuenta con un monitor táctil HD de 21,5 pulgadas y utiliza una luz láser roja junto con LED blancos.

Trios®3

En 2010, 3Shape presentó el sistema de escaneo Trios™ y en 2015 lanzó el TRIOS 3, que emplea microscopía con focal para escanear en color y sin polvo. Su característica más destacada es la capacidad de ajustar el plano focal sin desplazar el escáner, gracias a su diseño telecéntrico. Utiliza luz estructurada y tecnología LED, generando un modelo digital mediante la captura de alrededor de 3000 imágenes por segundo, lo que facilita la libertad de movimientos al capturar sin necesidad de mantener posiciones específicas. ⁽⁴⁰⁾

Trios®4

Es el sucesor del Trios 3, ofreciendo mejoras en software, hardware y rendimiento, siendo uno de los sistemas más rápidos al escanear un arco completo en 25 segundos. Incorpora una función de detección temprana de caries mediante fluorescencia, que permite un segundo escaneo

para superponer el modelo digital previo. Su ventaja principal es su captador inalámbrico y una punta de escaneado inteligente, eliminando la espera para calentar el dispositivo. Además, la aplicación Smile Design facilita el diseño de la sonrisa del paciente a partir de una fotografía, ayudando a visualizar los resultados del tratamiento y mejorando la comunicación y motivación del paciente. ⁽⁴¹⁾

Trios®5

En septiembre de 2022, 3Shape presentó el TRIOS 5, el escáner más compacto y ligero del mercado, midiendo 26,6 cm y pesando solo 300 gramos. Este modelo incluye un anillo LED que muestra su estado y una respuesta háptica que asegura un escaneado más rápido y preciso, sin necesidad de calibración como en versiones anteriores. Su tecnología Scanassist ayuda a evitar desalineaciones, y la punta, que cuenta con la aprobación de la FDA, está protegida por un cristal de zafiro y cubierta con una funda desechable para minimizar el riesgo de contaminación cruzada. ⁽⁴²⁾

Configuración de software de los modelos Digitales tridimensionales en Ortodoncia

La configuración digital basada en datos de impresión está sustituyendo los modelos de yeso, lo que mejora la precisión en el seguimiento de los cambios dentales y facilita la visualización del tratamiento. Los modelos digitales permiten realizar ajustes en un entorno virtual y son apoyados por diversos programas para su análisis y creación.

Los escáneres intraorales proporcionan una captura más exacta de la anatomía dental en comparación con las impresiones de alginato; sin embargo, tienen dificultades para registrar correctamente las áreas interproximales debido a su sistema de visión estereoscópica. Esto resulta en que los dientes se representen como un bloque único, similar a un modelo de yeso, lo que exige

su separación a través de software. Tras definir el plano oclusal, cada diente se ajusta de manera individual mediante traslaciones y rotaciones. ⁽⁴³⁾

La segmentación de los dientes es un paso fundamental para la creación de modelos tridimensionales de la boca. Las técnicas digitales empleadas se basan en el registro del ancho mesiodistal y la superficie proximal de los dientes, lo que puede resultar en errores en áreas que no han sido escaneadas. La cercanía de los dientes adyacentes, junto con problemas de desalineación y apiñamiento, puede hacer que la segmentación automática sea compleja y consuma mucho tiempo. Sin embargo, se han desarrollado algoritmos avanzados de segmentación automática mediante aprendizaje automático y profundo, lo que ha mejorado la calidad de la segmentación de imágenes. ⁽³⁷⁾

El software Autolign

Desarrollado por Diorco en Yongin, Corea del Sur, permite la segmentación automática de los dientes y la detección de los ejes faciales de la corona clínica (FACC). Este eje se refiere a la parte más prominente del lóbulo central en la superficie facial para incisivos y premolares, y al surco bucal en los molares. Después de ajustar el FACC de cada diente y definir el plano oclusal y la forma del arco deseada, el software realiza automáticamente la alineación dental. Sin embargo, dado que el usuario debe revisar los ejes de referencia, establecer el plano oclusal y determinar la forma del arco antes de la alineación, se clasifica como un software de configuración semiautomático. ⁽⁴⁴⁾

El Outcome Simulator Pro de Align Technology

Es un software automatizado que segmenta y alinea los dientes utilizando escaneos intraorales, ofreciendo un proceso completo desde el inicio hasta el final. Integrado en el sistema

iTero, mejora la planificación ortodóntica con mayor precisión y eficiencia. Tras realizar el escaneo, el sistema proporciona una configuración dental automatizada en pocos minutos, sin necesidad de que el médico defina el FACC, el plano oclusal o la forma del arco. ⁽⁴⁵⁾

Ortho Simulation

Creado por Medit en Seúl, Corea del Sur, es un software de configuración dental completamente automatizado, similar al Outcome Simulator Pro. Este software se integra en los escáneres intraorales i500 e i700 de Medit. Al importar los datos del escaneo, el clínico debe establecer las líneas medias dentales superior e inferior, después de lo cual el software identifica los números de los dientes y lleva a cabo la configuración. ⁽⁴²⁾

Con el desarrollo de la inteligencia artificial, el software de configuración digital está progresando rápidamente, automatizando tareas que antes requerían intervención manual, como la segmentación y alineación de dientes. Estudios indican que las investigaciones previas han demostrado que los modelos creados manualmente por especialistas en la materia son muy confiables, hasta ahora no se ha realizado ninguna evaluación del rendimiento de los sistemas de configuración automática. ⁽⁴⁵⁾

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

Hi: Existen diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital.

Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital.

2.3.2 Hipótesis específicas

Hi¹: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.

Ho¹: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.

Hi²: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.

Ho²: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.

Hi³: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.

Ho³: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.

Hi⁴: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.

Ho⁴: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación : El estudio fue comparativo.

3.2. Enfoque de la investigación : Este estudio presentó un enfoque Cuantitativo.

3.3. Tipo de investigación:

- La presente investigación fue de tipo Descriptivo, prospectivo, comparativo y transversal.

3.4. Diseño de la investigación: Descriptivo, Comparativo y Transversal.

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

- La población estuvo conformada por modelos de yeso y archivos digitales en formato STL de pacientes atendidos en la especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener.

Muestra

El presente estudio presento 35 pares de modelos de yeso y su correspondiente archivo digital en formato STL, pertenecientes al mismo paciente y que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos para la investigación.

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

3.5.2 Muestreo

- El estudio actual se basó en un muestreo probabilístico, aleatorio simple.

3.5.3 Criterios de inclusión

- Modelos de yeso conservados, ausencia de burbujas, poros y fracturas.
- Modelos digitales correctamente escaneados.
- Ausencia de agenesias, y fracturas dentarias que afectan la zona del examen.
- Ausencia de prótesis fija, restauraciones defectuosas detectables en la zona del examen.

3.5.4 Criterios de Exclusión

- Modelos de yeso con defectos estructurales que impidan su evaluación.
- Modelos de yeso con ausencia asimétrica de piezas dentales.
- Modelos de estudio que presenten algún tipo de malformación dentaria o síndrome que afecte la anatomía dentaria.
- Modelos de estudio que presenten erupción incompleta o no erupción de caninos y premolares.

3.6. Variables y operacionalización

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES O CATEGORÍAS	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
V.I. Método / tipo de modelo de estudio	Modalidad mediante la cual se obtiene y evalúa la reproducción de las arcadas dentarias para el análisis ortodóncico.	Se identificó el método empleado para obtener los índices de Bolton: medición manual en modelo convencional de yeso y medición digital en archivo STL mediante software.	Método convencional	Medición sobre modelo de yeso con calibrador digital	Cualitativa	Nominal	1 = Convencional	Observación indirecta / medición odontométrica	Ficha de recolección de datos; calibrador digital.

			Método digital	Medición sobre archivo STL mediante software Medit Design	Cualitativa	Nominal	2 = Digital	Observación indirecta / medición digital.	Ficha de recolección de datos; software Medit Design.
V.D. Índice de Bolton	Relación porcentual entre la suma de los diámetros mesiodistales mandibulares y maxilares, utilizada para identificar discrepancias de tamaño dentario.	Se calculó el índice de Bolton anterior y total a partir de los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias superiores e inferiores, en modelos convencionales y digitales.	Bolton anterior	Suma de los 6 dientes anteroinferiores / suma de los 6 dientes anterosuperiores $\times 100$	Cuantitativa	Razón / continua	Valor porcentual. Referencia clínica aproximada: 77,2 %	Medición odontométrica.	Ficha de registro del índice de Bolton anterior.
			Bolton total	Suma de los 12 dientes mandibulares / suma de los 12 dientes maxilares $\times 100$	Cuantitativa	Razón / continua	Valor porcentual. Referencia clínica aproximada: 91,3 %	Medición odontométrica.	Ficha de registro del índice de Bolton total.
Variables de caracterización Sexo	Condición biológica registrada en la historia clínica.	Se registró según historia clínica del paciente.	Sexo	Registro en historia clínica	Cualitativa	Nominal	1 = Femenino; 2 = Masculino	Análisis documental.	Ficha de recolección de datos.
Variables de caracterización Edad	Tiempo de vida expresado en años cumplidos.	Se registró la edad de la paciente consignada en la historia clínica y se agrupó para el análisis descriptivo.	Grupo etario	Edad en años cumplidos	Cuantitativa / agrupada para descripción	Razón / ordinal agrupada	15 a 20; 21 a 30; >30 años	Análisis documental	Ficha de recolección de datos

3.6.1 Definición operacional

Bolton: Estudio, que permite determinar las dimensiones de los dientes de una arcada en relación con su antagonista.

Modelos de Estudio: Reproducción positiva de la cavidad bucal, para realizar diagnósticos.

Sexo: Condición anatómica que incluye los genitales internos y externos que diferencia entre hombres y mujeres

Edad: Período de vida del ser humano que abarca desde el momento del nacimiento hasta la actualidad.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

El método empleado para medir las variables será la de campo, a través de la observación indirecta, análisis documental y medición odontométrica. La observación indirecta permitió evaluar los modelos de estudio convencionales y digitales sin intervenir en su elaboración. El análisis documental se utilizó para obtener la información correspondiente a edad, sexo y demás registros necesarios para la investigación. La medición odontométrica consistió en la determinación de los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias para el cálculo de los índices de Bolton anterior y total.

3.7.2. Descripción de instrumentos

Formulario de recopilación de información: Es el instrumento que facilita el registro de las medidas obtenidas en los modelos convencionales y digitales, así como los datos demográficos de los pacientes incluidos en el estudio.

Ficha de recolección de datos de los modelos de estudio según sexo, edad e índices de Bolton anterior y Total mediante los métodos convencional y digital. **(ANEXO N.º 1)**

Registros de datos

- Los modelos de estudio convencionales de yeso correspondieron a pacientes atendidos, en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener.

- Los archivos digitales en formato STL correspondieron a los mismos pacientes incluidos en el estudio y fueron obtenidos de los registros digitales disponibles en la Universidad Norbert Wiener.
- Los modelos convencionales y los archivos digitales correspondieron a los mismos pacientes, permitiendo realizar la comparación entre el método convencional y el método digital.
- Los modelos y archivos digitales fueron seleccionados considerando los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la investigación.
- Los datos correspondientes a edad y sexo fueron obtenidos de los registros clínicos de los pacientes incluidos en el estudio.

Modelos de estudio Convencionales

- Los modelos de estudio convencionales fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la investigación.
- Se realizaron las mediciones del diámetro mesiodistal de las piezas dentarias mediante un calibrador digital, desde una vista oclusal.
- Se midieron los 12 dientes superiores y los 12 dientes inferiores para determinar el índice de Bolton total, y los 6 dientes anteriores superiores y los 6 dientes anteriores inferiores para determinar el índice de Bolton anterior.

- Los datos obtenidos fueron registrados en una ficha de recolección de datos para su posterior análisis estadístico.

Modelos de estudio Digitales

- Los archivos digitales en formato STL fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la investigación.
- Los archivos digitales fueron analizados mediante el software Medit Design.
- Se realizaron las mediciones lineales del diámetro mesiodistal de las piezas dentarias desde una vista oclusal, identificando los puntos interproximales mesial y distal de cada diente.
- Se midieron los 12 dientes superiores y los 12 dientes inferiores para determinar el índice de Bolton total, y los 6 dientes anteriores superiores y los 6 dientes anteriores inferiores para determinar el índice de Bolton anterior.
- Posteriormente, se calcularon los índices de Bolton anterior y total a partir de las mediciones obtenidas.
- Las mediciones fueron calibradas por un especialista en Ortodoncia, con la finalidad de reducir posibles sesgos en las mediciones.
- Asimismo, se realizó una prueba piloto con 6 modelos, en la cual las mediciones fueron efectuadas por el especialista en Ortodoncia y el responsable de la investigación.

3.7.3. Validación

No se realizó validación por juicio de expertos, debido a que se utilizaron instrumentos estandarizados para la obtención de las mediciones odontométricas.

3.7.4. Confiabilidad

La confiabilidad de las mediciones se aseguró mediante un proceso de calibración previo realizado con la supervisión de un especialista en ortodoncia. Asimismo, se desarrolló una prueba piloto en 6 modelos de estudio convencionales y digitales, seleccionados de acuerdo con los criterios establecidos para la investigación. Las mediciones fueron efectuadas por el investigador y contrastadas con las realizadas por el especialista, con la finalidad de verificar la consistencia y reproducibilidad de los registros obtenidos antes de iniciar la recolección definitiva de los datos

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron registrados en fichas de recolección diseñadas para este fin y luego se vaciarán los datos previa modificación en una tabla matriz.

Cuando se termine con el registro de las fichas se ingresarán los datos en el programa estadístico, dichos datos se trabajarán con el software estadístico Stata ® V.16.

Análisis descriptivo:

Se elaboraron tablas para presentar las variables cuantitativas, como la edad y los índices de Bolton, utilizando medidas de tendencia central y dispersión, como la media aritmética, desviación estándar, valores mínimo y máximo e intervalo. Para la variable cualitativa sexo, se calcularon las frecuencias absolutas y porcentajes. Asimismo, la edad se presentó agrupada en rangos etarios mediante frecuencias y porcentajes. Para la presentación de los resultados se utilizaron tablas y gráficos de caja y bigotes.

Análisis inferencial: Asimismo estadística inferencial para contrastar la hipótesis mediante la prueba t student a un grado de confianza al 95%.

3.9. Aspectos éticos

La presente investigación se desarrolló a partir del análisis de modelos de estudio y archivos digitales previamente registrados, sin involucrar intervención directa ni interacción con los pacientes. Para tal efecto, se obtuvo la autorización institucional correspondiente para el acceso y utilización de los registros necesarios para el estudio. Asimismo, toda la información recopilada fue codificada y manejada bajo estrictos criterios de confidencialidad, garantizando la protección de los datos y el anonimato de los participantes. En consideración a la naturaleza retrospectiva de la investigación y al empleo exclusivo de registros existentes, la pertinencia del consentimiento informado individual fue sometida a evaluación y quedó sujeta a la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Norbert Wiener.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

Tabla 1 : *Distribución de los modelos de estudio según sexo, en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar en la Universidad Norbert Wiener.*

SEXO	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	21	60.0
Masculino	14	40.0
Total	35	100.0

Fuente: Matriz de datos

Interpretación:

La Tabla 1 muestra la distribución de los modelos de estudio según el sexo. Se observa que 21 modelos (60,0 %) corresponden al sexo femenino y 14 modelos (40,0 %) al sexo masculino, conformando un total de 35 modelos de estudio.

Gráfico 1: *Distribución de los modelos de estudio según sexo, en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.*

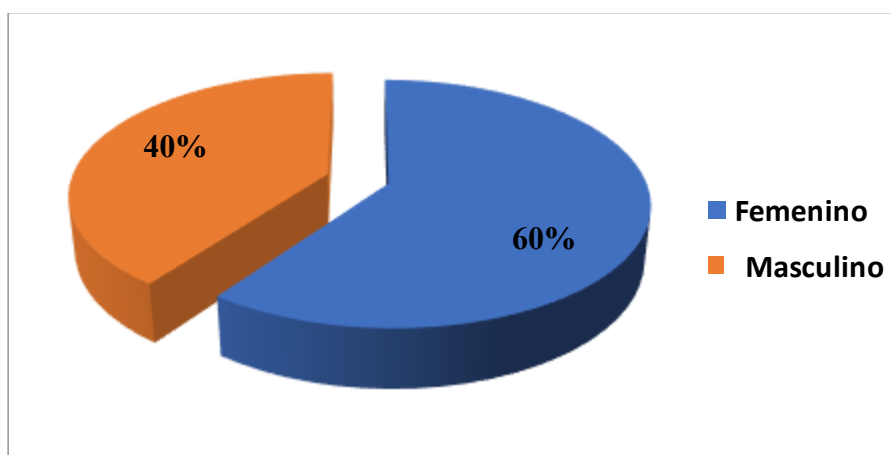


Tabla 2: Distribución de los modelos de estudio según grupo etario de los pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.

Edad	Frecuencia	Porcentaje
15 a 20 años	10	28.6
21 a 30 años	19	54.3
Mayores a 30 años	6	17.1
Total	35	100.0

Fuente: Matriz de datos

Interpretación:

La edad de los pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y ortopedia maxilar, de la Universidad Norbert Wiener, fue desde los 15 hasta los 35 años, resumiéndolo en grupo etario la mayoría de los pacientes (54.3%) fue el de 21 a 30 años, en tanto el menor porcentaje (17.1%) fue el grupo de los mayores a 30 años.

Gráfico 2: Distribución de los modelos de estudio según grupo etario de los pacientes atendidos en el Servicio Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.

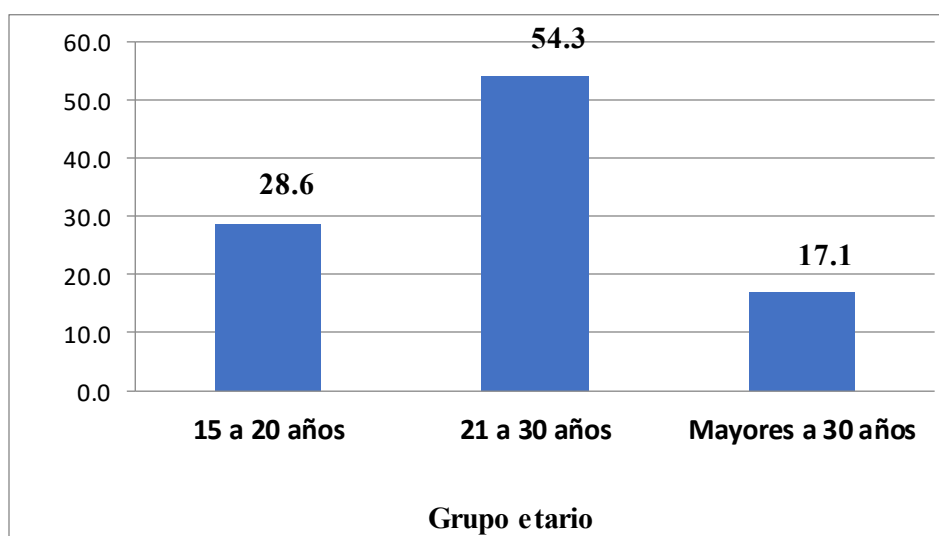


Tabla 3: Comparación del índice de Bolton total mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.

Bolton Total	Convencional	Digital
Media Aritmética	90.18	90.16
Desviación Estándar	2.66	2.57
Valor Mínimo	85.88	85.79
Valor Máximo	96.62	96.49

Fuente: matriz de datos

Interpretación:

En la Tabla 3 se observa que el índice de Bolton total presentó una media de 90,18 % mediante el método convencional y de 90,16 % mediante el método digital.

Ilustración 3: Comparación del índice de Bolton total mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.

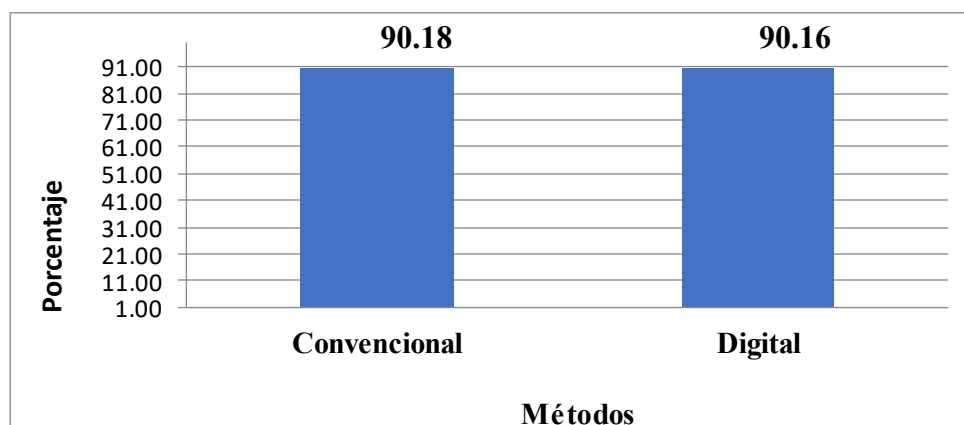


Tabla 4 : Comparación del índice de Bolton anterior mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.

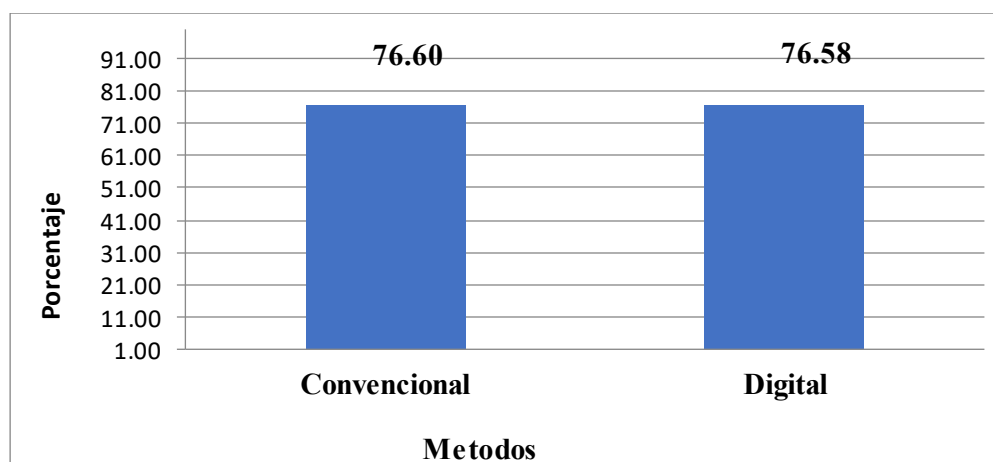
Bolton Anterior	Convencional	Digital
Media Aritmética	76.60	76.58
Desviación Estándar	3.82	3.79
Valor Mínimo	71.51	71.42
Valor Máximo	88.91	88.71

Fuente: Matriz de Datos

Interpretación:

En la presente tabla 4 se muestra que en el análisis de Bolton anterior se obtuvo mediante los dos métodos puestos a prueba, apreciándose que para el convencional se obtuvo un valor promedio de 76.60, en tanto para el digital el promedio alcanzado fue de 76.58.

Gráfico 4: Comparación del índice de Bolton anterior mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, en la Universidad Norbert Wiener.



Análisis de normalidad

Prueba de Hipótesis:

H0: Las medidas realizadas siguen una distribución normal.

H1: Las medidas realizadas no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: 0.05

Tabla 5: Pruebas de normalidad de las mediciones realizadas

<i>Pruebas de normalidad</i>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
BAY	0.944	35	0.062
BAD	0.957	35	0.123
BTY	0.966	35	0.353
BTD	0.967	35	0.361

Nota: BAY: Bolton Anterior Yeso
 BAD: Bolton Anterior Digital
 BTY: Bolton Total Yeso
 BTD: Bolton Total Digital

Criterios de decisión estadística

$P\text{-valor} > \alpha$ (0.05); no se rechaza la H0.

$P\text{-valor} < \alpha$ (0.05); se rechaza la H0.

Decisión estadística

De acuerdo con los resultados, los p-valores obtenidos en las cuatro medidas fueron superiores a 0.05; por lo tanto, no se rechaza la H0.

Conclusión:

Por lo tanto, las cuatro medidas presentan una distribución compatible con la normalidad ($p > 0.05$). En consecuencia, se empleó la prueba paramétrica t de Student para muestras relacionadas para contrastar las diferencias de medias entre los métodos convencional y digital.

Análisis Inferencial**Hipótesis General**

H₀: No existen diferencias significativas en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital.

H₁: Existen diferencias significativas en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante en el método convencional y el método digital.

Nivel de significancia $5\% = 0.05$

Criterios de decisión estadística

$P\text{-valor} > \alpha (0.05)$; no se rechaza la H_0 .

$P\text{-valor} < \alpha (0.05)$; se rechaza la H_0 .

Tabla 6: Prueba de muestras emparejadas para la comparación del método convencional y el método digital.

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Estándar	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
BAY - BAD	0.021	0.175	0.030	-0.03957	0.08071	0.695	34	0.492
BTY - BTD	0.025	0.256	0.043	-0.06238	0.11323	0.589	34	0.560

BAY: Bolton Anterior Yeso

BAD: Bolton Anterior Digital

BTY: Bolton Total Yeso

BTD: Bolton Total Digital

Decisión estadística

De acuerdo con los resultados, el p-valor entre Bolton Anterior Yeso y Bolton Anterior Digital fue de $0.492 > 0.05$, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula. Para el Bolton Total Yeso y Digital se obtuvo un p-valor de $0.560 > 0.05$, por lo tanto, no se rechaza la H_0 .

Conclusión: No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital, ni entre el índice de Bolton total obtenido mediante ambos métodos.

Hipótesis específico 1

H₀: No existen diferencias significativas en los índices de Bolton anterior obtenidos mediante en el método convencional y el método digital según sexo.

H₁: Existen diferencias significativas en los índices de Bolton anterior obtenidos mediante el método convencional y el método digital según sexo.

Nivel de significancia $5\% = 0.05$

Criterios de decisión estadística

P-valor $> \alpha$ (0.05); no se rechaza la H_0 .

P-valor $< \alpha$ (0.05); se rechaza la H_0 .

Tabla 7 : Comparación del índice de Bolton anterior según sexo.

ANOVA según sexo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
BAY	Entre grupos	22.370	1	22.370	1.557	0.221
	Dentro de grupos	474.180	33	14.369		
	Total	496.550	34			
BAD	Entre grupos	21.300	1	21.300	1.502	0.229
	Dentro de grupos	467.890	33	14.178		
	Total	489.190	34			

Nota: BAY: Bolton Anterior Yeso, BAD: Bolton Anterior Digital

Decisión estadística

De acuerdo con los resultados, los p-valores fueron superiores a 0.05: BAY = 0.221 y BAD = 0.229. Por lo tanto, no se rechaza la H_0 .

Conclusión:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior obtenidos mediante el método convencional y el método digital según el sexo.

Hipótesis específico 2

H₀: No existen diferencias significativas en los índices de Bolton total obtenidos mediante el método convencional y el método digital según sexo.

H1: Existen diferencias significativas en los índices de Bolton total obtenidos mediante el método convencional y el método digital según sexo.

Nivel de significancia $5\% = 0.05$

Criterios de decisión estadística

P-valor $> \alpha$ (0.05); no se rechaza la H0.

P-valor $< \alpha$ (0.05); se rechaza la H0.

Tabla 8: Comparación del índice de Bolton total según sexo.

ANOVA según sexo

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
BTY	Entre grupos	11.910	1	11.910	1.723	0.198
	Dentro de grupos	228.062	33	6.911		
	Total	239.972	34			
BTD	Entre grupos	10.182	1	10.182	1.562	0.220
	Dentro de grupos	215.084	33	6.518		
	Total	225.266	34			

Nota: BTY: Bolton Total Yeso, BTD: Bolton Total Digital

Decisión estadística

De acuerdo con los resultados, los p-valores fueron superiores a 0.05: BTY = 0.198 y BTD = 0.220. Por lo tanto, no se rechaza la H0.

Conclusión:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton total obtenidos mediante el método convencional y el método digital según el sexo.

Hipótesis específico 3

H₀: No existen diferencias significativas en los índices de Bolton anterior obtenidos mediante el método convencional y el método digital según edad.

H₁: Existen diferencias significativas en los índices de Bolton anterior obtenidos mediante el método convencional y el método digital según edad.

Nivel de significancia 5% = 0.05

Criterios de decisión estadística

P-valor > α (0.05); no se rechaza la H₀.

P-valor < α (0.05); se rechaza la H₀.

Tabla 9: Comparación del índice de Bolton anterior según edad.

ANOVA según edad

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
BAY	Entre grupos	26.813	2	13.407	0.913	0.411
	Dentro de grupos	469.737	32	14.679		
	Total	496.550	34			
BAD	Entre grupos	24.928	2	12.464	0.859	0.433
	Dentro de grupos	464.262	32	14.508		
	Total	489.190	34			

Nota: BAY: Bolton Anterior Yeso, BAD: Bolton Anterior Digital

Decisión estadística

De acuerdo con los resultados, los p-valores fueron superiores a 0.05 en los dos índices de Bolton anterior: BAY = 0.411 y BAD = 0.433. Por lo tanto, no se rechaza la H₀.

Conclusión:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior obtenidos mediante el método convencional y el método digital según la edad.

Hipótesis específico 4

H₀: No existen diferencias significativas en los índices de Bolton total obtenidos mediante el método convencional y el método digital según edad.

H₁: Existen diferencias significativas en los índices de Bolton total obtenidos mediante el método convencional y el método digital según edad.

Nivel de significancia 5% = 0.05

Criterios de decisión estadística

P-valor > α (0.05); no se rechaza la H₀.

P-valor < α (0.05); se rechaza la H₀.

Tabla 10: Comparación del índice de Bolton total según edad.

ANOVA según edad						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
BTY	Entre grupos	10.269	2	5.134	0.715	0.497
	Dentro de grupos	229.703	32	7.178		
	Total	239.972	34			
BTD	Entre grupos	7.603	2	3.802	0.559	0.577
	Dentro de grupos	217.663	32	6.802		
	Total	225.266	34			

Nota: BTY: Bolton Total Yeso, BTD: Bolton Total Digital

Decisión estadística

De acuerdo con los resultados los p-valor fueron superiores a 0.05 en los dos índices de Bolton total, por lo tanto, no se rechaza la H_0 .

Conclusión:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton total obtenidos mediante el método convencional y el método digital según la edad.

4.2 Discusión de resultados:

El presente estudio tuvo como objetivo comparar los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante los métodos convencional y digital en modelos de estudio de pacientes atendidos en el Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener durante el año 2025. Los resultados evidenciaron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos para el índice de Bolton anterior ($p = 0.492$) ni para el índice de Bolton total ($p = 0.560$). Estos resultados indican que ambos métodos proporcionaron valores comparables en la evaluación de los índices de Bolton.

Discusión de las características sociodemográficas (Tablas 1 y 2)

En el presente estudio tuvo como objetivo comparar los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener. La muestra estuvo constituida por 35 modelos, con predominio del sexo femenino (60%) y del grupo etario de 21 a 30 años (54,3%).

En relación con el sexo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior ni total. Estos resultados son parcialmente concordantes con

Vorloeper et al. (2024), quienes evaluaron los índices de Bolton mediante modelos digitales tridimensionales en 1000 pacientes y no encontraron una asociación significativa entre el género y el Bolton anterior, aunque sí observaron diferencias para el Bolton total. ⁽⁴⁶⁾ Esta diferencia podría relacionarse con el mayor tamaño muestral y las características de la población evaluada.

Respecto a la edad, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior y total. Este resultado debe interpretarse considerando el tamaño de la muestra y la distribución de los grupos etarios. En conjunto, los resultados indican que, en la muestra estudiada, el sexo y la edad no mostraron una influencia estadísticamente significativa sobre los índices de Bolton obtenidos mediante los métodos convencional y digital.

Estos hallazgos permiten caracterizar la muestra evaluada y muestran que, bajo las condiciones del presente estudio, las características sociodemográficas analizadas no modificaron significativamente los resultados del análisis de Bolton.

Discusión – Comparación del índice de Bolton total entre modelos convencionales y digitales (Tabla 3)

En la comparación del índice de Bolton total entre los modelos convencionales y digitales, el presente estudio no encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos. La media fue de 90,18% para los modelos convencionales y 90,16% para los modelos digitales, con una diferencia de apenas 0,02 puntos porcentuales. Este resultado evidencia una alta similitud entre ambos procedimientos para la determinación del índice de Bolton total.

Estos hallazgos concuerdan con Kumar et al. (2022), quienes evaluaron las mediciones dentarias y los índices de Bolton obtenidos mediante modelos digitales y modelos de yeso, encontrando una elevada confiabilidad de las mediciones realizadas en los modelos digitales. Las

diferencias observadas entre ambos métodos fueron pequeñas y podrían estar relacionadas con las características de la muestra, el sistema de digitalización y los procedimientos de medición empleados. ⁽⁴⁷⁾

Asimismo, Suryajaya et al. (2021) compararon mediciones realizadas en modelos de yeso, modelos digitales y modelos impresos en 3D, encontrando diferencias pequeñas entre los distintos tipos de modelos y una adecuada concordancia en las mediciones evaluadas. ⁽⁴⁸⁾ Estos resultados son consistentes con los obtenidos en la presente investigación, donde la diferencia entre las medias del Bolton total fue mínima y no alcanzó significancia estadística.

De manera similar, Al Jabri et al. (2021) evaluaron el análisis de Bolton mediante modelos de yeso y modelos digitales obtenidos mediante escaneo intraoral, reportando resultados comparables entre ambos métodos. ⁽⁴⁹⁾ Esta similitud puede explicarse porque tanto los modelos convencionales como los digitales permiten obtener las dimensiones mesiodistales necesarias para el cálculo del índice mediante procedimientos de medición estandarizados, lo que favorece la obtención de resultados semejantes.

Desde una perspectiva clínica, la ausencia de diferencias estadísticamente significativas y la mínima diferencia observada entre las medias sugieren que el tipo de modelo empleado no generó variaciones relevantes en la determinación del Bolton total. En este contexto, los modelos digitales pueden considerarse una alternativa al método convencional para la obtención de este índice, especialmente por las facilidades que ofrecen para el almacenamiento, manejo y análisis de los registros ortodónticos.

Por lo tanto, bajo las condiciones metodológicas de la presente investigación, el análisis de Bolton total obtenido mediante modelos digitales presentó resultados comparables con los

obtenidos mediante modelos convencionales, sin diferencias estadísticamente significativas. Estos hallazgos respaldan el uso de modelos digitales como una alternativa al método convencional para la determinación del índice de Bolton total en el diagnóstico ortodóntico.

Discusión – Comparación del índice de Bolton anterior entre modelos convencionales y digitales (Tabla 4)

El índice de Bolton anterior mostró resultados estadísticamente comparables entre los modelos convencionales y digitales ($p = 0,492$), sin evidencia de diferencias significativas entre ambos métodos. Este comportamiento indica que las variaciones asociadas al procedimiento de obtención y medición de los modelos no modificaron de manera significativa la estimación de la proporción anterior en la muestra estudiada.

Estos resultados coinciden con Kumar et al. (2022), quienes al comparar las mediciones de los anchos dentarios y las proporciones de Bolton obtenidas en modelos digitales y de yeso encontraron resultados comparables entre ambos procedimientos.⁽⁴⁷⁾ De manera similar, Suryajaya, Purbiati e Ismah (2021) observaron diferencias reducidas entre modelos digitales, modelos impresos en 3D y modelos de yeso en las mediciones relacionadas con el análisis de Bolton.⁽⁴⁸⁾ Al Jabri et al. (2021), por su parte, al comparar modelos de yeso con modelos digitales obtenidos mediante escaneo con iTero, también encontraron resultados comparables para el análisis de Bolton.⁽⁴⁹⁾

En contraste, Kim y Lagravère (2016) identificaron diferencias medias entre los modelos digitales escaneados y los modelos físicos para el Bolton anterior; sin embargo, la concordancia entre las modalidades evaluadas fue excelente.⁽⁵⁰⁾ Esta diferencia respecto del presente estudio puede relacionarse con el sistema de escaneo empleado, las características de la muestra y los

procedimientos utilizados para determinar las dimensiones mesiodistales. Por tanto, la existencia de pequeñas diferencias entre modalidades no necesariamente implica que estas alcancen significancia estadística o modifiquen la interpretación del índice.

La consistencia de los resultados puede comprenderse considerando que el Bolton anterior se obtiene a partir de la relación entre las dimensiones mesiodistales de los dientes anteriores. En consecuencia, pequeñas variaciones en mediciones individuales pueden presentar un efecto limitado sobre el valor final de la proporción. En el presente estudio, la diferencia entre las medias fue de solo 0,02 puntos porcentuales y el contraste estadístico no evidenció una diferencia significativa, lo que indica que las variaciones observadas entre ambos procedimientos fueron reducidas.

En este sentido, los hallazgos sugieren que, en las condiciones metodológicas de esta investigación, el tipo de modelo empleado no produjo una modificación significativa en la determinación del Bolton anterior. Por tanto, la elección entre modelos convencionales y digitales puede realizarse considerando las características del procedimiento de registro y medición, manteniendo como criterio fundamental la estandarización de las mediciones necesarias para el cálculo del índice.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- **Primera.** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en los modelos de estudio evaluados del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener durante el año 2025.
- **Segunda.** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según el sexo de los pacientes.
- **Tercera.** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según el sexo de los pacientes.
- **Cuarta.** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según la edad de los pacientes.
- **Quinta.** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según la edad de los pacientes.
- **Sexta.** El método digital presentó resultados comparables con el método convencional para la determinación de los índices de Bolton anterior y total, al no

encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos en los modelos de estudio evaluados.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda considerar el uso de modelos digitales para evaluar los índices de Bolton anterior y total en el diagnóstico y planificación ortodóncica, debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto al método convencional.
- Se recomienda promover la incorporación progresiva de tecnologías digitales, como los escáneres intraorales y programas especializados para el análisis de modelos, en los servicios de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, de acuerdo con la disponibilidad de recursos y las necesidades de cada institución.
- Se recomienda fortalecer la capacitación de profesionales y estudiantes de Odontología, especialmente en el área de Ortodoncia, en el manejo de modelos digitales y programas especializados para la realización de mediciones y análisis ortodóncicos.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones con muestras de mayor tamaño y en diferentes poblaciones, con la finalidad de ampliar la evidencia científica sobre la comparación entre métodos convencionales y digitales para la evaluación de los índices de Bolton.
- Se recomienda establecer protocolos estandarizados para la obtención, procesamiento y análisis de modelos convencionales y digitales, a fin de favorecer la uniformidad de las mediciones y la adecuada aplicación de estos métodos en la práctica ortodóncica.

REFERENCIAS

1. Tunca M, Tunca Y, Kotan S, Bilen S. Comparison of Linear Measurements and Bolton Analysis on the Model Obtained from Conventional Method with OrthoCAD Software. Van Dentistry Journal. 2021; 2(2):1-10.
2. Camardella L, Ongkosuwito EM, Penning EW, Kuijpers AM, Vilella OV, Breuning KH. Accuracy and reliability of measurements performed using two different software programs on digital models generated using laser and computed tomography plaster model scanners. Korean J Orthod. 2020 ;50(1):13-25.
3. Scott J, English J, Cozad B, Borders C, et al. Comparison of automated grading of digital orthodontic models and hand grading of 3-dimensionally printed models. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2019; 155(6): 886-890.
4. Karadede B, Dellaloğlu D. Digital analysis of tooth sizes among individuals with different malocclusions: A study using three-dimensional digital dental models. Sci Prog. 2021;104(3): 368504211038186.
5. Kardach H, Szponar A, Biedziak B. A Comparison of Teeth Measurements on Plaster and Digital Models. J Clin Med. 2023 ;12(3):943.
6. Jedliński M, Mazur M, Grocholewicz K, Janiszewska J. 3D Scanners in Orthodontics- Current Knowledge and Future Perspectives-A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(3):1121.
7. Loma H, Huasco NE. Degree of reliability of the assessment of the Bolton analysis in three-dimensional virtual models versus plaster models. a review. Rev Cient Odontol. 2023;11(2):155.

8. Adobes M, Lipani E, Bernes L, Alvarado A, Aiuto R, Garcovich D. Reliability of Tooth Width Measurements Delivered by the Clin-Check Pro 6.0 Software on Digital Casts: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 ;19(6):3581.
9. Ardila C, Elorza A, Arrubla D. Efficacy of CAD/CAM Technology in Interventions Implemented in Orthodontics: A Scoping Review of Clinical Trials. *Biomed Res Int*. 2022; 20(2):5310555.
10. Cunha TMAD, Barbosa IDS, Palma KK. Orthodontic digital workflow: devices and clinical applications. *Dental Press J. Orthod*. 2021;26 (6) :1-34.
11. Lam M, Hajdarevic A, Cirgic E, Sabel N. Validity of digital versus manual analysis on orthodontic casts. *Journal of the World Federation of Orthodontists*. 2024; 13: 221-228.
12. Pasini M, Carli E, Giambastiani F, Giuca MR, Tripodi D. Three-Dimensional Analysis of Upper and Lower Arches Using Digital Technology: Measurement of the Index of Bolton and Correspondence between Arch Shapes and Orthodontic Arches. *Dent J (Basel)*. 2023;11(8):188.
13. Rahman A, Othman S, Marya A. Measuring tooth size discrepancies using Bolton analysis: a comparative cross-sectional study among major ethnicity in Malaysia. *BMC Oral Health*. 2023; 23(19) :534.
14. Mandeep S, Achint J, Divya S, et al. Accuracy and Reproducibility of Laser-Scanned Digital Models Compared to Plaster Models – An in vitro Study. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2023; 15(1):20-27.
15. Alam M., Shujaat S., Shah SR., Saood M., Asghar T. Analysis of Bolton Ratios in Skeletal Class I Malocclusion and Effects of Various Four-Premolar Extraction Combinations

- Before and After Treatment. *Global Immunological & Infectious Diseases Review*.2023;VIII(I): 6-11.
16. Petrović V, Šlaj M, Buljan M, Čivljak T, Zulijani A, Perić B. Comparison of Tooth Size Measurements in Orthodontics Using Conventional and 3D Digital Study Models. *J. Clin. Med.* 2024 ;13(3):730.
 17. Baci ER, Budală DG, Vasluianu RI, Lupu CI, Murariu A, Gelețu GL, Zetu IN, Diaconu D, Tatarciuc M, Nichitean G, Luchian I. A Comparative Analysis of Dental Measurements in Physical and Digital Orthodontic Case Study Models. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(9):1230.
 18. Jabri MA, Wu S, Zhang Y, Wang H, Pan Y, Ma J, Wang L. Accuracy of Bolton's Analysis among Different Malocclusion Patients Plaster Models and Digital Models Obtained by Ex Vivo Scanning with iTero Scanner in Chinese Han Population. *Niger J Clin Pract.* 2021;24(7):1086-1091.
 19. Liu J, Liu Y, Wang J, Zuo X, Wang X, Zhang Y, He H. Dental measurements based on a three-dimensional digital technique: A comparative study on reliability and validity. *Archives of Oral Biology*. 2021; 124:105059.
 20. Abdakgadir R, Hussein A. Bolton tooth size análisis in a sampe of sudanese adults. *Braz Dent Sci*.2021; 24(2).
 21. González S, Concepción C, Rodríguez L, Pedroso L. Índice de Bolton en adolescentes con normoclusión en La Habana del Este: 2020. *CCM [Internet]*. 2022 [citado 22 Sep 2024]; 26 (2).
 22. Baxi S, Shadani K, Kesri R, Ukey A, Joshi C, Hardiya H. Recent Advanced Diagnostic Aids in Orthodontics. *Cureus*. 2022;14(11): 31921.

23. Alqahtani J, Alhemaiddi G, et al. Digital Diagnostics and Orthodontic Practice. Journal of healthcare Sciences.2022;2(6): 112-117.
24. Meriç P, Kılınç DD. Anamnesis and examination forms used in orthodontic clinics: A pilot study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2022;162(4):169-175 Available on.: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35934627/>
25. Kazimierzak N, Kazimierzak W, Serafin Z, Nowicki P, Nożewski J, Janiszewska J. AI in Orthodontics: Revolutionizing Diagnostics and Treatment Planning-A Comprehensive Review. J Clin Med. 2024;13(2):344. Available on :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38256478/>
26. Woo H, Jha N, Yoon-Ji K,Sung S. Evaluating the Accuracy of Automated Orthodontic Digital Setup Models . Seminars in Orthodontics.2023;29(1):60-67. Available on: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1073874622000834>
27. Gregoret J. Ortodoncia y Cirugía Ortognática: diagnóstico y planificación. 1ª ed. Barcelona :Espaxs S.A;1997.
28. Nguyen L, Khanh L, Trang Do, Thao N, Tri H. Comparison of Conventional and Digital Impression Methods for Measuring Mesiodistal Teeth Dimensions: An Analytical Cross-sectional Study. Dental Hypotheses .2024 ;15(2): 22-24.
29. Triwardhani A ,Nur VJ. Bolton Analysis on Class I, II, and III Malocclusion Cases. Indonesian Journal of Dental Medicine.2022;5(1) : 27-31.
30. Shahid R, Abdullah J, Fazal A, Mughal AT, Ghaffar F, Mehmood S. Intra-Observer Variation of Space Available in the Mandibular Dental Arch by Two Different Measuring Tools-Vernier Calliper and Brass Wire with a Millimetre Ruler. Pak Armed Forces Med J. 2023; 73(2): 389-401.

31. Hoffmann L, Sabbagh H, Wichelhaus A, Kessler A. Bracket transfer accuracy with two different three-dimensional printed transfer trays vs silicone transfer trays. *Angle Orthod.*2022; 92(3): 364-71.
32. Zhou X, Zheng Y, Zhang Z, et al. Customized maxillary incisor position relative to dentoskeletal and soft tissue patterns in Chinese women: A retrospective study. *Korean J Orthod.*2022; 52(2): 150-60.
33. Kustrzycka D, Marschang T, Mikulewicz M, Grzebieluch W. Comparison of the Accuracy of 3D Images Obtained from Different Types of Scanners: A Systematic Review. *J Healthc Eng .* 2020; 13(1):8854204.
34. Seo S, Yong C, Ko Eun L, Mi Sun K, Ok N, Hyo-seol L, Sung C. Evaluating Measurements: A Comparative Study of Digital and Plaster Models for Orthodontic Applications in Mixed Dentition.2024;51(1) :55-65.
35. Hyein W, Nayansi J, Yoon-Ji K, Sang-Jin S. Evaluating the accuracy of automated orthodontic digital setup models. *Seminars in Orthodontics.*2022;29(1):1-27.
36. Zhao Y, Zhang L, Liu Y, et al. Two-Stream Graph Convolutional Network for Intra-Oral Scanner Image Segmentation. *IEEE Transactions on Medical Imaging.*2022;41(4):826–835.
37. Revilla M, Kois DE, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: Operator factors. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(1):230-240.
38. Vélez AS, Martínez JA, Villarraga AM. Exactitud de escáneres intraorales en prostodoncia : una revisión de la literatura. Colombia : Pontificia Universidad Javeriana; 2020.

39. Lione R., De Razza FC, Gazzani F, Lugli L.; Cozza P, Pavoni C. Accuracy, Time, and Comfort of Different Intraoral Scanners: An In Vivo Comparison Study. *Appl Sci*.2024;14(17): 7731.
40. Maldonado N, Quisiguiña S, Guerra S, León M . Precisión de los scanners intraorales en odontología. *Revisión Sistemática. Anatomía Digital*.2023; 6(4.3) :365-385.
41. Revilla M, Cascos R, Barmak AB, Kois JC, Gómez M. The effect of different tooth preparation finishing procedures and immediate dentin sealing on the scanning accuracy of different intraoral scanners. *J Dent* . 2023; 130 :104431.
42. Wu TH, Lian C, Lee S, et al. Two-Stage Mesh Deep Learning for Automated Tooth Segmentation and Landmark Localization on 3D Intraoral Scans. *IEEE Trans Med Imaging*. 2022;41(11):3158–3166.
43. Vaid NR. Artificial Intelligence (AI) driven orthodontic care: A quest toward utopia?. *Semin in Ortodontics*.2021;27(2):57–61.
44. Lian C, Wang L, Wu TH, et al. Deep Multi-Scale Mesh Feature Learning for Automated Labeling of Raw Dental Surfaces From 3D Intraoral Scanners. *IEEE Trans Med Imaging*. 2020;39(7):2440–2450.
45. Waard O, Baan F, Bruggink R, Bronkhorst EM, Kuijpers AM, Ongkosuwito EM. The Prediction Accuracy of Digital Orthodontic Setups for the Orthodontic Phase before Orthognathic Surgery. *J Clin Med*. 2022 ;11(20):6141.
46. Vorloeper J, Coenen FA, Lang NA, Niederau C, Knaup I, Craveiro RB, et al. Digital analyses of Bolton tooth size ratios and their association to gender, angle class, and other occlusal traits. *Eur J Orthod*. 2024;46(5).

47. Kumar AA, Ananthakrishnan MG, Kumar S, Divakar G, Sekar S, Dharani S. Assessing the validity and reliability of tooth widths and Bolton ratios obtained from digital models and plaster models. *J Pharm Bioallied Sci.* 2022;14(1):48-51.
48. Suryajaya W, Purbiati M, Ismah N. Accuracy of digital dental models and three-dimensional printed dental models in linear measurements and Bolton analysis. *F1000Res.* 2021;10:180.
49. Al Jabri M, Wu S, Zhang Y, Wang H, Pan Y, Ma J, et al. Accuracy of Bolton's analysis among different malocclusion patients plaster models and digital models obtained by ex vivo scanning with iTero scanner in Chinese Han population. *Niger J Clin Pract.* 2021;24(7):1086-91.
50. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models and cone-beam computed tomography images. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):13-19.

ANEXOS

Anexo 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Problema general: ¿Existen diferencias en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio del servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener, 20?	Objetivo general: Comparar los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital en modelos de estudio del servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener, 2025.	Hi: Existen diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital. H0: No existen diferencias estadísticamente significativas en los índices de Bolton anterior y total obtenidos mediante el método convencional y el método digital.	VI: Método / tipo de modelo de estudio. VD: Índice de Bolton. Variables de caracterización: sexo y edad.	VI: modelo convencional y modelo digital. VD: Bolton anterior y Bolton total. Caracterización: sexo y grupo etario.	VI: medición en yeso y medición en STL. VD: porcentaje del índice de Bolton anterior y total. Sexo y edad: registro en historia clínica	Enfoque: cuantitativo. Tipo: aplicada u observacional, según sustento institucional. Nivel: descriptivo-comparativo. Diseño: no experimental, retrospectivo, comparativo y transversal. Método: hipotético-deductivo / comparativo. Análisis: descriptivo; normalidad Shapiro-Wilk; t de Student para muestras relacionadas para comparación convencional vs digital. Para sexo y edad se recomienda analizar la diferencia entre métodos por subgrupos.	Población de estudio: modelos de yeso y archivos STL de pacientes atendidos en la especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener. Tamaño de muestra: 35 pares de modelos, cada par correspondiente al mismo paciente. Selección de muestra: precisar si fue no probabilística por conveniencia o censal. Solo declarar aleatorio simple si existe marco muestral y procedimiento de aleatorización documentado.	Técnica: observación indirecta, análisis documental y medición odontométrica. Instrumentos: ficha de recolección de datos, calibrador digital y software Medit Design. Confiability: calibración intra/interobservador mediante ICC o error técnico de medición; unificar prueba piloto de 6 o 10 modelos.

1. ¿Existen diferencias en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo?	1. Comparar el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.	Hi1: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante ambos métodos según sexo. H01: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante ambos métodos según sexo.	VI: Método / tipo de modelo. VD: Índice de Bolton. Variable de agrupación: sexo o edad.	Bolton anterior	$\text{Relación anterior} = \frac{\text{suma mandibular anterior}}{\text{suma maxilar anterior}} \times 100$	Según metodología general. Recomendación estadística: calcular la diferencia entre métodos y compararla por sexo o edad según corresponda.		
2. ¿Existen diferencias en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo?	2. Comparar el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según sexo.	Hi2: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante ambos métodos según sexo. H02: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante ambos métodos según sexo.	VI: Método / tipo de modelo. VD: Índice de Bolton. Variable de agrupación: sexo o edad.	Bolton total	$\text{Relación total} = \frac{\text{suma mandibular de 12 dientes}}{\text{suma maxilar de 12 dientes}} \times 100$	Según metodología general. Recomendación estadística: calcular la diferencia entre métodos y compararla por sexo o edad según corresponda.		
3. ¿Existen diferencias en el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad?	3. Comparar el índice de Bolton anterior obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.	Hi3: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante ambos métodos según edad.	VI: Método / tipo de modelo. VD: Índice de Bolton. Variable de agrupación: sexo o edad.	Bolton anterior	$\text{Relación anterior por grupos etarios}$	Según metodología general. Recomendación estadística: calcular la diferencia entre métodos y compararla por sexo		

método digital según edad?		H03: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton anterior obtenido mediante ambos métodos según edad.				o edad según corresponda.		
4. ¿Existen diferencias en el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad?	4. Comparar el índice de Bolton total obtenido mediante el método convencional y el método digital según edad.	Hi4: Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante ambos métodos según edad. H04: No existen diferencias estadísticamente significativas en el índice de Bolton total obtenido mediante ambos métodos según edad.	VI: Método / tipo de modelo. VD: Índice de Bolton. Variable de agrupación: sexo o edad.	Bolton total	Relación total por grupos etarios	Según metodología general. Recomendación estadística: calcular la diferencia entre métodos y compararla por sexo o edad según corresponda.		

Anexo 2:**1. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

MODELOS DE ESTUDIO	SEXO	EDAD	Bolton Anterior Yeso (%)	Bolton Anterior Digital (%)	Bolton Total Yeso (%)	Bolton Total Digital (%)
MODELO 1						
MODELO 2						
MODELO 3						
MODELO 4						
MODELO 5						
MODELO 6						
MODELO 7						
MODELO 8						
MODELO 9						
MODELO 10						
MODELO 11						
MODELO 12						
MODELO 13						
MODELO 14						
MODELO 15						
MODELO 16						
MODELO 17						
MODELO 18						
MODELO 19						
MODELO 20						
MODELO 21						
MODELO 22						
MODELO 23						
MODELO 24						
MODELO 25						
MODELO 26						
MODELO 27						
MODELO 28						
MODELO 29						
MODELO 30						
MODELO 31						

MODELO 32						
MODELO 33						
MODELO 34						
MODELO 35						

2. Calibrador Digital



Calibrador digital utilizado para las mediciones en modelos de yeso.

3. Mediciones en modelos de Yeso

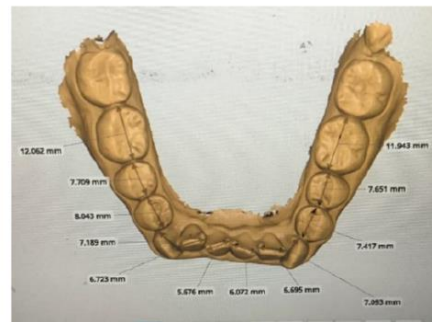
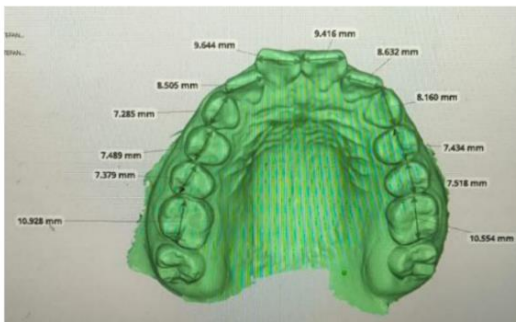


Mediciones de anchos mesiodistales en piezas dentarias, con calibrador digital.

4. Software Medit Design



Procedimiento de medición de los modelos de estudio.



Mediciones realizadas en los modelos de estudio en archivos STL, a través del software Medit Design.

Anexo 3:
VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

“No aplica, debido a que se utilizaron instrumentos estandarizados y previamente validados en la literatura.”

Anexo 4:

APROBACION DEL COMITÉ DE ETICA

NOMBRE DEL TRABAJO

Proyecto de tesis

AUTOR

Cristhian Burgos

RECuento DE PALABRAS

7419 Words

RECuento DE CARACTERES

41662 Characters

RECuento DE PÁGINAS

35 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

74.7KB

FECHA DE ENTREGA

Oct 15, 2024 11:27 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 15, 2024 11:28 PM GMT-5

● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
 - Base de datos de Crossref
 - 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
 - Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 02 de diciembre de 2024

Investigador(a)

Cristhian Boris Burgos Torres

Exp. N°: 1050-2024

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEIC-UPNW) **evaluó y APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: **"Comparación del análisis de Bolton en modelos convencionales versus digitales en el servicio de ortodoncia y ortopedia maxilar en la Universidad Norbert Wiener en el año 2025"** Versión 01 con fecha 1/11/2024.
- Formulario de Consentimiento Informado Versión 01 con fecha 1/11/2024.

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Cristhian Boris Burgos Torres.

La **APROBACIÓN** comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. La **vigencia** de la aprobación es de **dos años (24 meses)** a partir de la emisión de este documento.
2. **Toda enmienda o adenda** se deberá presentar al CIEIC-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
3. Si aplica, la **Renovación** de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Raúl Antonio Rojas Ortega
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
UPNW

Av. Anconga 440 - Santa Beatriz
Universidad Privada Norbert Wiener
Teléfono: 706-5555 anexo 5200 CA, 706-888-6700
Correo: comite.etica@upnw.edu.pe

Anexo 5:

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Informe de Calibración Interevaluador

Evaluadores: Residente y Asesor

Modelos: Digitales

Variable	Rho de Spearman	Valor p
Bolton Anterior	0.985	< 0.001
Bolton Total	0.972	< 0.001
Superior Anterior	0.993	< 0.001
Superior Total	0.976	< 0.001
Inferior Anterior	0.99	< 0.001
Inferior Total	0.967	< 0.001

Interpretación:

Se observa una concordancia muy alta entre las mediciones realizadas por el residente y el asesor en los modelos digitales, con coeficientes de Rho de Spearman superiores a 0.96 en todas las variables analizadas. Todos los valores de significancia estadística son menores a 0.001, lo cual indica que la correlación observada es altamente significativa. Estos resultados respaldan la confiabilidad interevaluador en la medición de los modelos digitales para el análisis de Bolton.

Evaluadores: Residente y Asesor

Modelos: Yeso

Variable	Rho de Spearman (ρ)	Valor p
Bolton Anterior	0.985	< 0.001
Bolton Total	0.972	< 0.001
Superior Anterior	0.993	< 0.001
Superior Total	0.976	< 0.001
Inferior Anterior	0.990	< 0.001
Inferior Total	0.967	< 0.001

Interpretación:

Se realizó un análisis de correlación de Spearman para evaluar la consistencia interobservador entre el residente y el asesor, considerando exclusivamente los modelos de yeso. Se presentan los coeficientes de correlación (Rho de Spearman) y los valores de significancia estadística correspondientes para cada variable analizada. Los resultados muestran una correlación positiva fuerte y altamente significativa entre las mediciones realizadas por el residente y el asesor, lo que evidencia una adecuada confiabilidad interobservador en la evaluación de modelos de yeso.

Anexo 6:

FORMUA DEL TAMAÑO MUESTRAL

ANÁLISIS DE LA DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIDAS OBTENIDAS SEGÚN EL ANÁLISIS DE BOLTON EN MODELOS DIGITALES Y MODELOS DE YESO EN RESIDENTES DE ORTODONCIA DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA - 2025

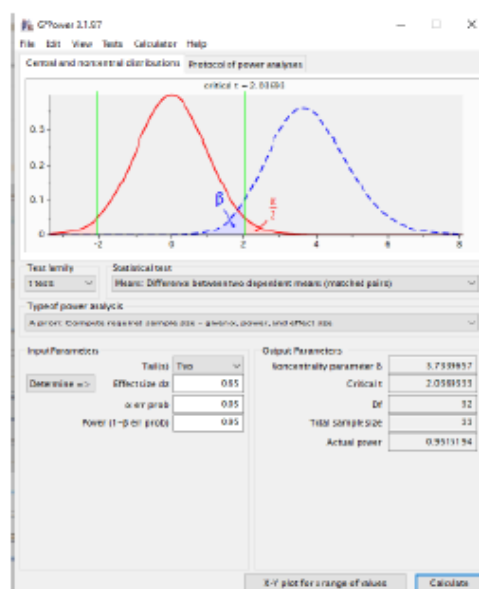


Figura 1. Cálculo del tamaño muestral realizado en GPower.*

Conclusión sobre el tamaño muestral

Considerando los resultados del análisis piloto, en el que se midieron 30 modelos dentales (digitales y en yeso), y tomando como referencia la diferencia de proporciones del análisis de Bolton anterior y total, se realizó el cálculo del tamaño muestral mediante el programa G*Power. Bajo el diseño de comparación de medias para muestras relacionadas (t de Student para muestras apareadas), y asumiendo una correlación esperada entre grupos de 0.5, se obtuvo un tamaño del efecto de 0.65. Con estos parámetros, se estableció una muestra mínima requerida de 33 modelos por grupo (33 digitales y 33 en yeso), lo que asegura una potencia estadística del 95 % ($1-\beta = 0.95$) y un nivel de significancia de 0.05. Esta muestra permite detectar diferencias relevantes en la proporción de Bolton entre ambos tipos de modelos y sustenta la validez del análisis comparativo.

.....
Dra. Gina F. León Untiveros
COP. 51614
Estadística en Investigación

Anexo 7:
Formato de consentimiento informado

No aplicó, debido a que se utilizaron modelos de estudio convencionales y digitales previamente obtenidos para fines asistenciales, sin realizar procedimientos adicionales con fines de investigación.

Anexo 8:

CARTA DE APROBACIÓN DE LA INSTITUCIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS
DATOS

Universidad
Norbert Wiener

Lima, 23 de mayo de 2025

Carta N°081-05-2025- EAP-ODON-UPNW

Lic. Priscila Campbell Calero
Administradora
Centro Odontológico Wiener
Lima

Presente. -

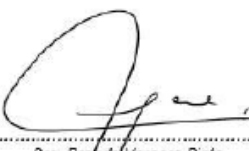
De mi consideración,

Solicito permiso a su despacho de la E.A.P. de Odontología para:

Recibe un cordial saludo. La presente solicitud es para autorizar el ingreso al Centro Odontológico al **CD. Burgos Torres Cristhian Boris**, estudiante del quinto ciclo de la Segunda Especialidad en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, con N° de DNI 70876795 y código de estudiante a2023800316, con la finalidad de realizar la recolección de datos (modelos escaneados) para desarrollar el trabajo de investigación titulado: **“COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE BOLTON EN MODELOS CONVENCIONALES VERSUS DIGITALES EN EL SERVICIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR EN LA UNIVERSIDAD NORBERT WIENER EN EL AÑO 2025”**, por lo que le agradeceré su gentil atención al presente.

Sin otro en particular, me despido.

Atentamente,


Dra. Brenda Vergara Pinto
Directora
Programa Académico de Odontología
Universidad Norbert Wiener

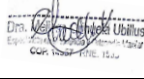
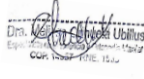
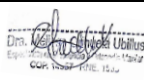
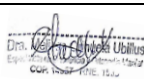
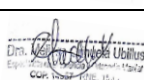
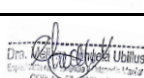
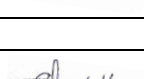
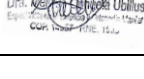
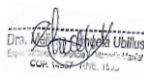
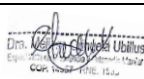
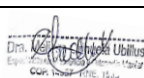
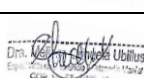

Universidad
Norbert Wiener

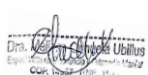
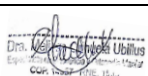
Anexo 9:
PROGRAMA DE INTERVENCIÓN (PARA ESTUDIOS EXPERIMENTALES)

No aplica, debido a que el estudio no es de tipo experimental.

Anexo 11

FICHA DE SEGUIMIENTO DE PROYECTO / INFORME DE TESIS

Título de Investigación:		Comparación del análisis de Bolton en modelos convencionales y digitales en el servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Norbert Wiener, 2025	
Alumno:		C.D. Cristhian Boris Burgos Torres	
Asesor:		Mg. CD. Esp. Melissa Orihuela Ubillus	
Detalle de la investigación	Fecha	Firma del asesor	Observaciones
Título	15/03/2024		Reducir extensión si la universidad exige máximo 20 palabras; verificar año y denominación del programa.
Artículo base	29/03/2024		Precisar artículo o artículos base para diseño comparativo de modelos convencionales y digitales.
Operacionalización de variables	12/04/2024		Reformular VI como método/tipo de modelo y VD como índice de Bolton; sexo y edad como variables de caracterización.
Matriz de consistencia	21/04/2024		Alinear problemas, objetivos e hipótesis con comparación convencional vs digital.
Problema general y específicos	28/04/2024		Corregir problemas específicos para que comparen ambos métodos según sexo y edad.
Objetivo general y específicos	03/05/2024		Mantener verbo comparar; evitar mezclar objetivos por método separado.
Hipótesis general y específicas	10/05/2024		Corregir Ho general; formular Hi/Ho por cada objetivo.
Enfoque de investigación			Cuantitativo.
Tipo de investigación	14/05/2024		Precisar si básica/aplicada. Evitar usar “descriptivo” como tipo si la guía lo reserva para nivel.
Nivel de investigación			Descriptivo-comparativo.
Diseño de investigación	19/05/2024		No experimental, retrospectivo, comparativo y transversal.
Método de investigación	26/05/2024		Comparativo / hipotético-deductivo, según exigencia institucional.
Población, muestra y muestreo	03/06/2024		Aclarar marco muestral. Si no hubo aleatorización documentada, declarar no probabilístico por conveniencia o censal.
Variables / dimensiones	12/06/2024		Bolton anterior y total; modelos convencional y digital; sexo y edad como variables de caracterización.
Técnicas y procedimientos	21/01/2025		Observación indirecta, análisis documental y medición odontométrica.

Elaboración de instrumentos	12/03/2025		Ficha de registro para diámetros mesiodistales e índices de Bolton.
Validez y confiabilidad	01/04/2025		Justificar método estandarizado; añadir calibración intra/interobservador con ICC o error técnico de medición. Unificar piloto de 6 o 10 modelos.
Aspectos éticos	13/05/2025		Solicitar autorización institucional; precisar si consentimiento informado no aplica o si fue exonerado por Comité de Ética.
Resultados	20/06/2025		Verificar urgentemente valores de Bolton anterior. Adaptar tablas a objetivos e hipótesis.
Discusión	16/08/2025		Incluir limitaciones, aplicación clínica y contraste con estudios recientes.
Conclusiones	12/10/2025		Redactar según objetivos y solo con resultados verificados.

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	4%
2	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	1%
3	Internet	docplayer.es	1%
4	Internet	hdl.handle.net	1%
5	Internet	www.elsevier.es	<1%
6	Internet	core.ac.uk	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad de Burgos UBUCEV on 2026-06-15	<1%
8	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
9	Internet	jbpml.org.br	<1%
10	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2022-09-30	<1%
11	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%