UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Comparación de mediciones en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs
digitales de pacientes de segunda especialidad de ortodoncia de una
universidad privada de Lima, Perú

TESIS

Para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTORES

Ramirez Chavarri, Karina ([0000-0001-5928-1079](#))

Sarco Guerra, Alessandra Luciana ([0000-0001-8540-4677](#))

ASESORES

Córdova Berrocal, Andres ([0000-0002-2609-4311](#))

Caballero Garcia, Carmen Stefany ([0000-0001-8672-9369](#))

Lima, 18 de octubre de 2019

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos culminar esta etapa en nuestra vida.

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por apoyarnos en todo momento de nuestra carrera. A nuestro asesor doctor Andrés Córdova Berrocal, por sus conocimientos y tiempo dedicado. Al doctor Arnaldo Munive Méndez, por el apoyo en la ejecución de nuestra investigación. A nuestros profesores que nos han otorgado una excelente formación.

RESUMEN

Objetivo: Comparar, evaluar y correlacionar el ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes, ancho bicanino y longitud de arco superiores e inferiores en modelos de estudio digitales vs modelos de estudio físicos de ortodoncia en dentición permanente.

Materiales y métodos: Se evaluaron 60 modelos de estudio de ortodoncia físicos y sus 60 pares digitales. Se realizaron las mediciones de ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes, anchos bicaninos y longitudes de arco superiores e inferiores en los modelos físicos con calibrador digital, y a los modelos digitales utilizando el programa Meshmixer versión 3.5. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva; para la comparación y correlación de variables se aplicaron las pruebas de t de Student para muestras pareadas y la correlación de Pearson correspondientemente.

Resultados: Según las medidas de tendencia central, los resultados entre los modelos de ortodoncia físicos y digitales son similares entre sí. De acuerdo a la prueba de t de Student para muestras pareadas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Con respecto a la prueba correlación de Pearson se obtuvieron correlaciones altamente positivas entre los grupos de modelos de estudio digitales y físicos con un valor que oscila entre 0.991 y 0.999; y se halló significancia estadística ($p < 0.001$) en la correlación de todas las variables.

Conclusiones: Los resultados de las medidas son similares entre sí. No existen diferencias estadísticamente significativas al comparar las mediciones entre los modelos físicos y los digitales.

Palabras clave: Ortodoncia; Modelos de estudio de ortodoncia; Modelos de estudio; Modelos digitales

ABSTRACT

Objective: To compare, evaluate and correlate the superior and inferior mesiodistal width of the permanent first molars, superior and inferior bicanine width and superior and inferior arch width of digital study models vs plaster study models.

Material and methods: 60 orthodontic plaster study models and their 60 digital pairs were measured. The mesiodistal width of the permanent first molars, bicanine width and arch width of the plaster study models were measured with a digital caliper and the digital study models were measured with the Meshmixer 3.5 software. The collected data was analyzed by means of descriptive statistics; Student's *t*-test for paired samples and Pearson correlation were applied for the comparison and correlation of the variables respectively.

Results: According to measures of central tendency, the results between the plaster and digital models are similar to each other. The Student's *t*-test for paired samples showed no statistical significant differences. The Pearson correlation test obtained highly positive correlations between the two groups of study models with a coefficient that oscillates between 0.991 and 0.999; also, statistical significance was found in every variable ($p < 0.001$).

Conclusion: The results of the measurements were similar between each other. There were no statistical significant differences when comparing the measurements of the plaster models with the digital ones.

Keywords: Orthodontics; Orthodontic study model; Study model; Digital model

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1	JUSTIFICACIÓN.....	3
3	HIPÓTESIS	4
4	OBJETIVOS.....	5
4.1	OBJETIVO GENERAL	5
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
5.1	DISEÑO DEL ESTUDIO.....	6
5.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	6
5.3	CRITERIOS DE SELECCIÓN	6
5.3.1	Criterios de inclusión.....	6
5.3.2	Criterios de exclusión	6
5.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	7
5.5	TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	7
5.5.1	Recolección de modelos de estudio.....	7
5.5.2	Capacitación y calibración.....	8
5.5.3	Registro de mediciones en los modelos de estudio	8
5.5.4	Recolección de datos	9
5.6	PLAN DE ANÁLISIS.....	9
5.7	CONSIDERACIONES ÉTICAS	9
6	RESULTADOS	10
7	DISCUSIÓN.....	15
8	CONCLUSIONES.....	18
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medición del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales	11
Tabla 2 Comparación y correlación del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales	13

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los avances tecnológicos están siendo usados en distintas áreas de ciencias de la salud; incluso, en diversos casos, se han convertido en una necesidad. Estos medios digitales ofrecen grandes alternativas a la ortodoncia; como es en la digitalización de los modelos de estudio. Los cuales se utilizan para proveerle al dentista una vista tridimensional de la oclusión del paciente fuera de boca, de esta manera permite evaluar todo lo necesario sin que los tejidos blandos interfieran. ^(1, 2, 3, 4) Los modelos de estudio son exámenes auxiliares básicos para el establecimiento del diagnóstico y plan de tratamiento, ^(5, 6) los cuales serán clave para el éxito del tratamiento. ^(7, 8)

Los modelos de estudio pueden ser realizados de manera directa o indirecta, siendo la directa el método convencional de impresión con materiales como el alginato y el vaceado en yeso de ortodoncia o se pueden escanear directamente los dientes y tejidos blandos que los acompañan para la obtención de un modelo de estudio digital; ⁽⁹⁾ y el método indirecto es la conversión de este modelo a un formato digital. ⁽¹⁰⁾

Los modelos de estudio de ortodoncia hechos de yeso deben tener ciertas dimensiones estandarizadas: cuando están afrontados oclusalmente desde la base del zócalo inferior a la del zócalo superior debe medir 70 milímetros; también, desde una vista frontal, el zócalo debe ser 1/3 del total del modelo y los otros 2 tercios van desde el fondo de surco hasta el borde incisal de los dientes anteriores. ⁽¹¹⁾ A pesar de ser la clase de modelos más utilizados, tienen muchas desventajas; por ejemplo, la incomodidad al paciente, el tiempo en su fabricación, espacio de almacenamiento y su manipulación y transporte debe ser cuidadoso. ⁽¹²⁾

Por otro lado los modelos digitales pueden ser rotados en 360 grados en cualquier plano, ⁽⁴⁾ el almacenamiento y la distribución de la información recolectada a través de ellos se da de manera más fácil y cómoda, ⁽¹⁰⁾ y existe un riesgo nulo de que los modelos se rompan o fracturen. Además, de la misma manera que los modelos de estudio convencionales, proveen al ortodoncista con información como tamaño dentario, overbite, overjet, forma de los arcos, entre otros. ^(9, 13)

Diversas investigaciones se han realizado en función a evaluar la concordancia de medidas que se le realizan a los modelos de estudio para llegar a un diagnóstico en la práctica

clínica habitual, con el objetivo de poder escoger el método más adecuado, incluyendo los avances tecnológicos en el área de Ortodoncia ^(5, 14, 15). Por ende, la presente investigación quiere reconocer la importancia de hallar una concordancia entre las medidas de ancho mesiodistal de las primeras molares, ancho bicanino y longitud de arco en los modelos de estudio físicos y digitales, ya que estas son algunas medidas ortodónticas que se utilizan para un correcto análisis de los modelos de estudio y así poder establecer el plan de tratamiento.

Ho, Freer, Mok , Cooke y Garino son sólo algunos de los autores los cuales han realizado estudios comparativos con la técnica de estudio digital, estos afirman que se pueden hacer distintas mediciones sin ningún tipo de dificultad de manera exacta y sencilla con modelos digitales. ⁽¹²⁾ En dichos estudios se han utilizado programas de modelado digital que requieren de un pago para su acceso. Sin embargo, en la presente investigación se utilizó el programa de modelado 3D Meshmixer versión 3.5, el cual es gratuito y libre acceso. Este programa ofrece muchas herramientas lo cual es beneficioso para el diagnóstico y plan de tratamiento utilizando los modelos de estudio virtuales.

Los modelos de estudio digitales son instrumentos clínicamente aceptables según diferentes autores, pueden ser una excelente herramienta de venta para los pacientes y permiten una inmediata comunicación entre diversas especialidades. ^(16, 17, 18, 19) La presente investigación se propone validar esta información para que los profesionales de la odontología adopten al método digital.

Este estudio utilizó modelos físicos y sus pares escaneados digitalmente en formato STL, de la abreviatura en inglés de STereoLithography o, en ocasiones, también conocida como Standard Triangle Language. Este formato almacena información de la superficie geométrica de los modelos tridimensionales. ⁽²⁰⁾ El objetivo del estudio fue comparar, correlacionar y evaluar las mediciones realizadas con el método manual con calibrador digital marca Mitutoyo, fabricado en Kawasaki, Japón, y con el método digital en el programa Meshmixer versión 3.5. Este programa es una aplicación de modelado 3D, el cual ofrece una gran cantidad de servicios donde se puede crear y modelar diseños tridimensionales. Se puede usar en áreas de diseño, educación, ciencias, entre otros.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Justificación

En la actualidad, los modelos de estudio de yeso están siendo reemplazados por los modelos de estudio digitales, los cuales son escaneados por distintos programas, ya sean obtenidos directamente de la boca del paciente o de los modelos de yeso.

Este método, trae consigo un gran beneficio, ya que permite trabajar al cirujano dentista de manera más rápida y eficiente. Los modelos de estudio de ortodoncia digitales otorgan la posibilidad de un óptimo manejo de almacenamiento, ya que no requieren un espacio físico para su resguardo. Este estudio realizará una comparación de mediciones realizadas en modelos de estudio de ortodoncia físicos y digitales, y probar que no hay diferencia significativa entre ellos.

3 HIPÓTESIS

No existen diferencias estadísticamente significativas al comparar las mediciones en los modelos de estudio de ortodoncia físicos y digitales.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Comparar las mediciones del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales.

4.2 Objetivos Específicos

- 4.2.1 Evaluar las mediciones del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales.
- 4.2.2 Correlacionar las mediciones del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Diseño del estudio

La presente investigación es un estudio de tipo transversal.

5.2 Población y muestra

La unidad de análisis estuvo conformada por un modelo de estudio de ortodoncia físico y uno digital de pacientes de la segunda especialidad de ortodoncia del Centro Universitario de Salud de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Se realizó una prueba piloto realizando las medidas de ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes, ancho bicanino y longitud de arco con ambos tipos de medición, de manera manual y digital a 20 pares de modelos de estudio. Estas mediciones fueron seleccionadas de manera aleatoria, además de que son medidas lineales sencillas de realizar. Los datos obtenidos fueron ingresados al programa Epidat versión 4.2 para hallar el tamaño de muestra, utilizando la fórmula de comparación de medias, con un nivel de confianza de 95% y una potencia de 80%. **(Anexo 1)** El resultado indicó que la muestra debería consistir de 34 pares de modelos como mínimo; sin embargo, se consideró una muestra de 60 modelos de estudio físicos y sus 60 pares digitales.

5.3 Criterios de selección

5.3.1 Criterios de inclusión

- Modelos en dentición permanente.
- Modelos en condiciones óptimas.

5.3.2 Criterios de exclusión

- Modelos con presencia de perlas o burbujas prominentes que dificulten el proceso de medición.
- Modelos con piezas parcialmente erupcionadas.
- Modelos con piezas con lesiones cariosas muy amplias o fracturas dentarias, donde las piezas presenten destrucción coronaria severa.

5.4 Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Tipo	Escala de medición	Valores
Ancho mesiodistal de primeras molares permanentes	Longitud que abarca desde el punto de contacto mesial hasta el distal en su mayor distancia mesiodistal de las piezas 16, 26, 36 y 46. ⁽²¹⁾	Cuantitativa	Continua	En milímetros
Ancho Bicanino	Distancia entre las puntas cuspídeas de ambos caninos en la arcada superior e inferior. ⁽²²⁾	Cuantitativa	Continua	En milímetros
Longitud de arco	Punto medio de las superficies vestibulares de los incisivos centrales permanentes hasta la superficie distal de los segundos premolares permanentes en la arcada superior e inferior. ⁽²³⁾	Cuantitativa	Continua	En milímetros
Técnica de medición	Técnica utilizada para hallar los valores de las mediciones.	Cualitativa	Dicotómica	-Técnica de medición física con calibrador digital Mitutoyo, Japón -Técnica de medición digital utilizando el programa Meshmixer versión 3.5, Estados Unidos

5.5 Técnicas y procedimientos

5.5.1 Recolección de modelos de estudio

Se solicitaron los permisos necesarios al coordinador de la segunda especialidad de ortodoncia de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para la obtención de los modelos de estudio físicos y los digitales. Estos últimos fueron obtenidos a partir de los modelos de yeso, utilizando el escáner de escritorio Ortho Insight 3D versión 7.5 (Motion Vie Software LLC, Chattanooga, Tennessee).

5.5.2 Capacitación y calibración

Se realizó una capacitación con las investigadoras a cargo de un docente especialista en el área de ortodoncia, referente al uso del calibrador digital (Mitutoyo, Japón), el cual tiene una precisión de 0,01 mm, para los modelos de estudio físicos, y en el uso del software de modelado 3D (Meshmixer versión 3.5, Estados Unidos) para los modelos de estudio digitales.

Se realizó la prueba estadística de Correlación Intraclass para determinar la concordancia entre los examinadores y el especialista de ortodoncia en una calibración con 10 pares de modelos de estudio. Los resultados oscilaron entre 0.996 y 0.999, lo cual indica una correlación altamente favorable.

5.5.3 Registro de mediciones en los modelos de estudio

Los modelos de estudio de ortodoncia fueron divididos en dos grupos: 60 modelos físicos y 60 modelos digitales. Se realizaron las mediciones del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes (16, 26, 36, 46), anchos bicaninos superiores e inferiores y longitudes de arco superiores e inferiores en los modelos físicos con el calibrador digital. Se colocaron las puntas del calibrador desde el punto de contacto mesial hasta el distal en su mayor distancia mesiodistal de las cuatro primeras molares permanentes para hallar el ancho mesiodistal de las cuatro primeras molares permanentes, para el ancho bicanino se tomó la distancia entre las puntas cuspídeas de ambos caninos en la arcada superior e inferior, y para la longitud de arco se midió la distancia desde el punto medio de las superficies vestibulares de los incisivos centrales permanentes hasta la superficie distal de los segundos premolares en la arcada superior e inferior. **(Anexo 2)** Luego, se realizaron las mismas medidas, pero a los modelos digitales desde el programa Meshmixer versión 3.5. **(Anexo 3)** Se realizó cada medición 4 veces, dos por cada investigadora, dando como

resultado un promedio de las cuatro mediciones. Este fue el valor que se tomó para realizar los análisis estadísticos.

5.5.4 Recolección de datos

Los datos obtenidos en milímetros se colocaron en una ficha de recolección de datos.

(Anexo 4)

5.6 Plan de Análisis

Para el análisis univariado, se obtuvo la media, mediana, desviación estándar, rango intercuartílico, valor mínimo y máximo de cada variable.

Para el análisis bivariado se realizaron las pruebas de t de Student para muestras pareadas y Correlación de Pearson para cada par de variables (físico con digital).

La base de datos se realizó en Microsoft Excel versión 16.0, Estados Unidos. Se registraron las mediciones obtenidas de los modelos físicos y digitales. Los datos fueron evaluados en el programa Stata versión 13, Estados Unidos.

5.7 Consideraciones éticas

La muestra del estudio comprendió 60 modelos de estudio de ortodoncia, tanto físicos como digitales, estos son de paciente reales de la segunda especialidad de ortodoncia del Centro Universitario de Salud. Debido a que los objetivos del estudio son comparar y correlacionar las mediciones de los modelos de estudio de ortodoncia físicos con los digitales, la investigación no implicó ningún incumplimiento ético o moral a los involucrados, no fueron recolectados datos personales. Los modelos de estudio están hechos de yeso de ortodoncia, el cual es un material inanimado. El protocolo del proyecto fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, con código de exoneración PI248-17. **(Anexo 5)**

6 RESULTADOS

Según las medidas de tendencia central realizadas tanto en anchos mesiodistales de las primeras molares permanentes, anchos bicaninos superiores e inferiores y longitudes de arco superiores e inferiores, se puede observar que los resultados entre los modelos de ortodoncia físicos y sus contrapartes digitales son similares entre sí. **(Tabla 1)**

Se realizó la prueba de T de student para muestras pareadas para cada par de variables y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Al realizar la prueba de correlación de Pearson se obtuvieron correlaciones altamente positivas entre los grupos de modelos de estudio digitales y físicos con un valor que oscila entre 0.991 y 0.999; y se halló significancia estadística ($p < 0.001$) en todas las variables. **(Tabla 2)**

Tabla 1

Medición del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales

Variable	Variable	Media	D.E*	Mediana	RIC**	Mínimo	Máximo
Ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes	Físico16	10.34	0.52	10.33	0.72	9.07	11.56
	Digital16	10.34	0.52	10.34	0.70	9.05	11.57
	Físico26	10.29	0.53	10.24	0.48	9.16	12.29
	Digital26	10.29	0.53	10.24	0.48	9.17	12.30
	Físico36	10.82	0.50	10.80	0.79	9.61	12.16
	Digital36	10.81	0.50	10.80	0.75	9.61	12.17
	Físico46	10.81	0.50	10.85	0.61	8.43	11.69
	Digital46	10.81	0.50	10.84	0.62	8.43	11.68
Ancho Bicanino	ABSfísico	35.38	4.17	35.74	2.68	10.29	40.69
	ABSdigital	35.38	4.18	35.74	2.67	10.29	40.69
	ABIfísico	27.19	2.57	27.53	3.12	18.47	33.21
	ABIdigital	27.19	2.58	27.54	3.11	18.47	33.22

Tabla 1 (Continuación)

Medición del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales

Variable	Variable	Media	D.E*	Mediana	RIC**	Mínimo	Máximo
Longitud de Arco	LASfísico	30.01	0.98	29.99	1.50	28.65	32.46
	LASdigital	30.02	0.97	29.99	1.50	28.65	32.43
	LAI físico	24.82	1.46	25.16	1.99	22.02	27.92
	LAI digital	24.80	1.46	25.08	1.99	22.01	27.90

*Desviación estándar

**Rango intercuartílico

Tabla 2

Comparación y correlación del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales

Variable	Variable	Media	95% Intervalo de Confianza		<i>t</i>	<i>p</i> *	Correlación	<i>p</i> **	
Ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes	Físico16	10.34	10.20	10.47	-1.335	0.187	0.999	<0.001	
	Digital16	10.34	10.21	10.48					
	Físico26	10.29	10.16	10.43	-1.266	0.211	0.999	<0.001	
	Digital26	10.29	10.16	10.44					
	Físico36	10.82	10.69	10.95	1.159	0.251	0.997	<0.001	
	Digital36	10.81	10.68	10.94					
	Físico46	10.81	10.69	10.94	0.042	0.967	0.999	<0.001	
	Digital46	10.81	10.69	10.94					
	ABSfísico	35.38	34.29	36.46	-0.559	0.579	0.999	<0.001	
	ABSdigital	35.38	34.30	36.46					
	Ancho Bicanino	ABIfísico	27.19	26.53	27.85	0.733	0.467	0.999	<0.001
		ABIdigital	27.19	26.53	27.85				

Tabla 2 (Continuación)

Comparación y correlación del ancho mesiodistal de las primeras molares permanentes superiores e inferiores, ancho bicanino superior e inferior y longitud de arco superior e inferior en modelos de estudio de ortodoncia físicos vs digitales

Variable	Variable	Media	95% Intervalo de Confianza		<i>t</i>	<i>p</i> *	Correlación	<i>p</i> **
Longitud de arco	LASfísico	30.01	29.75	30.26	-1.019	0.312	0.991	<0.001
	LASdigital	30.02	29.77	30.27				
	LAI físico	24.82	24.44	25.19	1.240	0.219	0.996	<0.001
	LAI digital	24.80	24.42	25.18				

*Prueba t de student

**Prueba de correlación de Pearson

Nivel de significancia estadística ($p < 0.05$)

7 DISCUSIÓN

El uso de modelos digitales proporciona ventajas tales como almacenamiento, análisis, envío de información, es una excelente herramienta de comunicación con el paciente, entre otras. La evolución de la odontología digital en los últimos años ha sido sumamente rápida y es importante que los profesionales del rubro se adecúen y adapten a las nuevas modalidades de trabajo. (5, 16, 17, 18, 19)

En la presente investigación se realizaron mediciones a 60 modelos de estudio de ortodoncia físicos con sus 60 pares digitales, de manera manual con calibrador digital y de manera virtual con el programa Meshmixer versión 3.5. Siendo el objetivo del estudio comparar y correlacionar los valores medidos; de esta manera, se corrobora la concordancia de las medidas realizadas con ambos métodos. Al obtener diferencias estadísticamente no significativas realizando la prueba de t de Student se puede afirmar que tanto la medición física como la digital son igual de fidedignos. Por otra parte, al hacer la prueba de correlación de Pearson se hallaron fuertes correlaciones positivas entre ambos tipos de medición.

Los resultados del estudio confirman la hipótesis inicial, la cual señalaba que, al comparar las mediciones de los modelos de estudio digitales con los modelos de estudio físicos, no se hallarían diferencias relevantes. Gracias al producto de este análisis, junto con otras investigaciones, se podrían usar como base para que en un futuro cercano se pueda prescindir de la toma y almacenamiento de modelos de estudio de ortodoncia físicos; ganando así espacio y evitando que los modelos de yeso se quiebren, maltraten o degraden. Diversos autores han realizado indagaciones similares, con el fin de poder demostrar la fiabilidad, exactitud y precisión de ambos tipos de modelos y mediciones. (14, 24, 25, 26, 27)

Según Santoro M et al se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) al evaluar el ancho mesiodistal de distintas piezas dentarias; en los modelos digitales,

evaluados con el programa OrthoCAD, las medidas eran menores a los modelos físicos. ⁽⁵⁾

Por otro lado, en la investigación de Abizadeh N et al midieron los modelos digitales con un software especializado provisto por ESM Digital Solutions, encontrando que, solo 4 de 16 medidas no presentaban diferencias estadísticamente significativas al realizar la prueba de t de Student. ⁽¹⁴⁾ En la investigación de Salinas V et al. se utilizó un calibrador digital tipo vernier y el software de diagnóstico digital marca Nemocast 3D. Se encontró que ambos métodos presentaron diferencias significativas según la prueba T de student. ⁽¹⁵⁾

En el estudio de Kumar A et al no se hallaron diferencias significativas entre los grupos de modelos, comparando las medidas de ancho mesiodistal y análisis de Bolton en grupos de modelos de estudio físicos con modelos computarizados con tomografía cone-beam (CBCT); ni comparando modelos digitales (CAD-CAM) con modelos de estudio de yeso físicos. ⁽²⁶⁾ En la investigación de Smith DK et al se obtuvieron los grupos a evaluar de typodonts, tomando impresiones para conseguir los modelos de yeso, y escaneando estos para los modelos digitales para ser medidos con el software Motion View. Cada grupo de modelos se comparó con los modelos de los typodonts iniciales y en todos los casos se hallaron diferencias significativas ($p < 0,001$). Los modelos digitales se comportaron mejor que los físicos, indicando así que podría influir en la planificación de tratamiento y en la práctica clínica. ⁽²⁸⁾ De acuerdo a Olien J et al, se hallaron excelentes correlaciones entre las mediciones obtenidas con calibrador en los modelos de yeso y con el software O3d para los modelos digitales. Al comparar las medidas se encontró que en el ancho mesiodistal de 5 piezas dentarias y arco dental eran significativamente mayor para las mediciones digitales que en los modelos físicos; sin embargo, en las demás medidas no hubieron diferencias estadísticamente significativas. ⁽²⁷⁾

De estas investigaciones, solo uno de los softwares de diagnóstico y medición 3D utilizado es gratuito (OrthoCAD) al igual que el usado en el presente estudio (Meshmixer). Este

último es un software CAD 3D para animar y reparar archivos stl, entre otras funciones. Sería importante evaluar y seguir investigando más programas de libre acceso como estos para que el acceso llegue a más profesionales de la odontología. De esta manera se podría lograr que en un futuro cercano se utilicen con mayor prevalencia los modelos digitales como primera opción en la consulta de ortodoncia.

Finalmente, con los resultados obtenidos en este y otros estudios podemos ver que en la mayoría de casos no se hallan diferencias estadísticamente significativas o de relevancia clínica, así que se puede llegar a la conclusión que tanto los modelos digitales como los físicos son instrumentos que tienen la misma función en el uso en el diagnóstico y práctica clínica.

Se prevé un continuo desarrollo del rubro de la odontología digital, por lo que la incorporación del sistema digital para la medición de modelos de estudio de ortodoncia ofrece beneficios tanto como para el especialista y el paciente, ya que estos son exámenes auxiliares básicos para poder realizar un correcto diagnóstico. ⁽²⁹⁾

8 CONCLUSIONES

Al comparar las mediciones entre los modelos de estudio de ortodoncia físicos y los digitales no existen diferencias estadísticamente significativas.

Al evaluar los resultados de las medidas de tendencia central entre los modelos de ortodoncia físicos y sus contrapartes digitales son similares entre sí.

Existen correlaciones altamente positivas entre las mediciones de los modelos de estudio de ortodoncia físicos y digitales.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The Accuracy and Reliability of Measurements Made on Computer-Based Digital Models. *Angle Orthod.* 2004; 74(3): 298- 303.
2. Matsui RH, Ortolani CLF, Castilho JCMC, Costa C. Análise de modelos ortodônticos pelo método digitalizado. *Rev Inst Ciênc Saúde.* 2007; 25(3): 285-90.
3. Oliveira DD, Ruellas ACO, Drummond MEL, Pantuzo MCG, Lanna AMQ. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2007; 2(1): 84-93.
4. Cabral G, Lima F, Vogel Carlos. Tooth-size discrepancy: A comparison between manual and digital methods. *Dental Press J Orthod.* Aug 2014; 19(4): 107-13.
5. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay O, Cangialosi T. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod.* July 2003; 124(1): 101-5.
6. Paredes V, Gandía JL, Cibrián R. Registros diagnósticos digitales en ortodoncia: Situación actual. *Med. oral patol. oral cir.bucal.* 2006; 11(1): 88-93.
7. Nalcacia R, Kocoglu-Altan A, Bicakci A, Ozturk F, Babacan H. A reliable method for evaluating upper molar distalization: Superimposition of three-dimensional digital models. *Korean J Orthod.* November 2014: 82-8.
8. Okunami TR, Kusnoto B, Begole E, Evans CA, Sadowsky C, Fadavif S. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(1): 51-6.
9. Camardella L, Breuning H, Vilella O. Are there differences between comparison methods used to evaluate the accuracy and reliability of digital models? *Dental Press J Orthod.* Feb 2017; 22(1): 65-74.
10. Lowey MN. The development of a new method of cephalometric and study cast mensuration with a computer controlled, video image capture system. Part II: Study cast mensuration. *Br J Orthod.* 1993 Nov; 20(4): 315-31.

11. American Board of Orthodontics [Internet]. St Louis. 2015 [201; citado 2017 Dic 4]. Dental Cast Guide. Disponible en: <https://www.americanboardortho.com/orthodonticprofessionals/about-board-certification/clinical-examination/case-recordpreparation/dental-cast-guide/>
12. Ávila J, Alcón G. Yesos odontológicos (GYPSO). Rev Act Clin Med. 2013; 30: 1483-7.
13. Faour O, Nieto I. Modelos de estudio 3D. Ventajas e inconvenientes. Rev Lat Ort Odontoped. 2014.
14. Abizadeh N, Moles D, O'Neill J, Noar J. Digital versus plaster study models: How accurate and reproducible are they? J Ort. Sept 2012; 39: 151-9.
15. Salinas P, Pinos A, Bravo M. Diagnóstico de modelos de yeso vs digitales: exactitud y fiabilidad en la comparación del Análisis de Bolton y sus mediciones correspondientes. Rev Lat Ort Odontoped. 2016.
16. Stevens D, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud D, Heo G, Major P. Validity, reliability and producibility of plaster vs digital study models: Comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006; 129(6): 794-803.
17. Duarte D, Frazão B, Roque G, De Faria K, Queiroz D, Bovi G. Reliability of measurements on virtual models obtained from scanning of impressions and conventional plaster models. Braz J Oral Sci. 2014; 13(4): 297-302.
18. Shastry S, Hyun J. Evaluation of the use of digital study models in postgraduate orthodontic programs in the United States and Canada. Angle Orthodontist. 2014; 84(1): 62-7.
19. Restrepo M et al. Comparison of dental and transversal measurements made of plaster model using a digital caliper and in digital model using the o3d software. Rev CES Odont. 2015; 28(2): 59-68.
20. ALL3DP [Internet]. Munich: Dibya Chakravorty; 2017 Jun 13 [2017 Jun 13; citado 2017 Dic 4]. STL File Format for 3D Printing – Simply Explained. Disponible en: <https://all3dp.com/what-is-stl-file-format-extension-3d-printing/>

21. De Armas Y, Alemán M, Martínez D, Almeida R. Diámetro mesiodistal de incisivos y caninos superiores e inferiores. Índices incisivos. Matanzas, 2012. Rev Méd Electrón. 2014 Ago; 36 (4): 438-48.
22. Alonso Y. Enálisis de las características de dientes y arcadas primarios en población normooclusiva. [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2004.
23. Mourelle M. Estudio de la profundidad y el perímetro de arcada en una población de niños españoles. [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 1994.
24. Mendoca M, Costal M, Vogel C. Reliability of Bolton analysis evaluation in tridimensional virtual models. Dental Press J Orthod. 2015 Set; 20 (5): 72-7.
25. Tehranchi A, Nouri M, Massudi R, Katchooi M, Rahimi H. Diagnostic Value of Manual and Computerized Methods of Dental Casts Analysis. J Dent. 2009; 6(2): 85-90.
26. Anand A, Phillip A, Kumar S, Rawat A, Priya S, Kumaran V. Digital model as an alternative to plaster model in assessment of space analysis. J Pharm Bioallied Sci. 2015; 7 (2): 465-9.
27. Olien J, Martins L, Dos Santos-Pintolli A, Grehsl B, Jeremias F. Comparison of space analysis performed on plaster vs. digital dental casts applying Tanaka and Johnston's equation. Dental Press J Orthod. 2018; 18 (1): 128-33.
28. Smith D, Beaudoin B, Messersmith M, Blume JD. Comparison of Digital Measurement versus Physical Model Measurement: An Analysis of Accuracy and Precision. Dent Health Curr. 2017; 3 (1).
29. Zilberman O, Huggare J, Parikakis K. Evaluation of the Validity of Tooth Size and Arch Width Measurements Using Conventional and Three-dimensional Virtual Orthodontic Models. Angle Orthod. 2003; 73 (3): 301-6.

ANEXOS

Anexo 1

Tamaños de muestra. Comparación de medias independientes.

Datos:

Varianzas:	Iguales
Opción:	Opción 1
Diferencia de medias a detectar:	0,002
Desviación estándar común:	0,001
Razón entre tamaños muestrales:	1,00
Nivel de confianza:	95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra		
	Población 1	Población 2	Total
80,0	5	5	10

Anexo 2

Imágenes de proceso de medición de modelos de estudio de ortodoncia físicos.

Anexo 3

Imágenes de modelos de estudio de ortodoncia digitales en formato stl en programa Meshmixer 3.5.

Anexo 4

Ficha de recolección de datos en programa Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	codigo	fisico16	digital16	fisico26	digital26	fisico36	digital36	fisico46	digital46	absfisico	absdigital	lasfisico	lasdigital	abifisico	abidigital	laifisico	laidig
2	319																
3	318																
4	316																
5	277																
6	259																
7	258																
8	256																
9	159																
10	253																
11	228																
12	238																
13	254																
14	212																
15	252																
16	213																
17	261																
18	249																
19	257																
20	260																
21	262																
22	211																
23	214																
24	267																
25	307																
26	276																
27	358																
28	251																
29	164																
30	168																
31	165																
32	166																

CEI/296-12-17

Chorrillos, 12 de diciembre del 2017

Alumnos

Karina Ramírez

Alessandra Sarco

Alumnos de la Carrera de Odontología

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Presente.-

UPC

Universidad Peruana de
Ciencias Aplicadas

Avenida Alameda
San Marcos cuadra 2

Chorrillos

Lima 9- Perú

T 501 383 3333

www.upc.edu.pe

exige, innova

PI248-17: Comparación de exactitud de medición en modelos de estudios de ortodoncia físico VS Digital.

Estimado(a) investigador(a):

Hemos recibido el protocolo de investigación, y los documentos de soporte, los cuales han sido revisados en detalle. Luego de esta revisión, se concluye que esta investigación queda **EXONERADA (EXENTA) DE REVISIÓN** adicional por parte del Comité de Ética e Investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud y pueden proceder con su ejecución. La determinación de esta categorización se basa en lo establecido en el reglamento del Comité.

Los investigadores deben de informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, de forma anual y desde esta fecha, los investigadores deben enviar un breve informe de avances al Comité y un breve informe final al momento del cierre definitivo del estudio. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto –previsible o no- que comprometa la integridad y bienestar de las unidades de estudio, los investigadores o a su equipo de investigación durante el curso de la implementación, estos deben de ser también informados inmediatamente a este comité. El comité se reserva el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a los investigadores que la ejecución de un proyecto de investigación que contemple aspectos no meritorios de la categorización de “exenta de revisión” es una grave falta la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Sin otro particular, quedo de usted.
Atentamente

Eddy Roberto Segura Paucar, MD, MPH
Presidente del Comité de Ética
Facultad de Ciencias de la Salud

CE/2018-11 18

Chorrillos, 08 de Noviembre de 2018

Alumnos

Alessandra Sarco

Karina Ramire

Alumnos de la Carrera de Odontología

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Presente.-

UPC

Universidad Peruana de
Ciencias Aplicadas

Avenida Alameda

San Marcos de Arellano, 2

Chorrillos

Limbo 9 - Perú

7707 307 3333

www.upc.edu.pe

registro: 00000000

PI248-17: Comparación de exactitud de medición en modelos de estudio de ortodoncia físico Vs digital.

Estimados Investigadores:

Después de haber analizado las razones por las cuales decidieron cambiar el título de su proyecto de tesis, tengo a bien hacer de su conocimiento que el Comité de Ética e Investigación (CEI) ha determinado aprobar su solicitud, por lo tanto el nuevo título es:

Comparación de mediciones en modelos de estudio de ortodoncia físico Vs digitales.

En tal sentido se considera al presente estudio, aprobado con fecha 08 de Noviembre de 2018, (18 meses) que deberá seguir el trámite regular según lo que indica el artículo 5.4 del Reglamento de Grados y Títulos para Ciencias de la Salud.

Sin otro particular quedo de ustedes

Atentamente,

Dr. Rodrigo Rondón Herz
Presidente del Comité de Ética
Facultad de Ciencias de la Salud