



ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE MODELOS 3D OBTENIDOS CON DOS IMPRESORAS DE RESINA.

Journal:	<i>International Journal of Interdisciplinary Dentistry</i>
Manuscript ID	REVISTA-2023-0024.R1
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	07-Aug-2023
Complete List of Authors:	Salles, Pablo; Universidad de los Andes Facultad de Odontología Del Real, Alberto; Universidad de los Andes Facultad de Odontología aguilera, valentina; Pontificia Universidad Catolica de Chile, Oyonarte, Rodrigo; Universidad de Los Andes Odontologia, Graduate Orthodontics
Keywords:	Impresión tridimensional, ortodoncia, variación dimensional

SCHOLARONE™
Manuscripts

1
2
3 **Conflicto de interés**
4
5

6
7
8 Los autores declaran no tener conflicto de interés
9

10
11
12 **Fuente de financiamiento**
13

14
15
16
17 El presente proyecto fue realizado con recursos facilitados por la Clínica de
18
19 Ortodoncia C. Richard Ltda. y Ortodoncia Chile, Santiago de Chile.
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

RESUMEN

Objetivo: Analizar la variación dimensional de modelos dentales 3D obtenidos a partir de dos impresoras **3D, de alto y bajo costo, comparados con el modelo original e inferir si dicha variación es clínicamente relevante.**

Materiales y método: Se utilizó un modelo maxilar digital, el cual fue impreso 5 veces horizontal y verticalmente con las impresoras Anycubic Photon y Formlabs 2. Estos modelos fueron digitalizados con el escáner U3D-UP300. Utilizando el programa 3D Slicer se realizaron superposiciones tomando muestras del incisivo central derecho, zona profunda del paladar duro a nivel del rafe medio y cara oclusal del primer molar derecho, de los cuales se obtuvo la discrepancia promedio respecto al original a través **de evaluación colorimétrica.**

Resultados: Al comparar las impresiones verticales y horizontales de ambas impresoras, no se encontraron diferencias **estadísticas** ($p>0,65$) y ($p=1,0$) respectivamente. Por contraparte, se identificaron **diferencias** al comparar el patrón horizontal de la impresora Anycubic respecto al vertical de impresora Formlabs ($p>0,005$), y viceversa ($p=0,017$).

Conclusiones: Existen diferencias tridimensionales en los modelos 3D al ser impresos **en** dos sistemas distintos. La impresora Formlabs 2 demostró tener mayor precisión independientemente de la orientación en comparación con la Anycubic Photon. Sin embargo, estas diferencias **no representarían** relevancia clínica.

Palabras claves

Impresión tridimensional; ortodoncia; impresión de modelos dentales; esterolitografía; odontología; variación dimensional

TITLE: ANALYSIS OF DIMENSIONAL VARIATION OF 3D MODELS OBTAINED WITH TWO RESIN PRINTERS.

ABSTRACT:

Objective: To analyze the dimensional variation of 3D dental models obtained from two 3D printers, **one of high cost and the other of low cost, compare them to the original digital model, and to infer whether the differences between printers have clinical relevance.**

Materials and Methods: A digital maxillary model was used, which was printed 5 times horizontally and vertically with the Anycubic Photon and Formlabs 2 printers. These models were digitalized with the U3D-UP300 scanner. Using the 3D Slicer program, superimpositions were made taking samples from the right central incisor, deep area of the hard palate at the midline, and occlusal surface of the right first molar, from which the average discrepancy from the original was obtained through a colorimetric evaluation.

Results: When comparing the vertical and horizontal prints of both printers, no **statistically differences** were found ($p>0,65$) and ($p=1,0$) respectively. However, **differences** were identified when comparing the horizontal pattern of the Anycubic

1
2
3 printer with the vertical prints from the Formlabs printer ($p > 0,005$), and vice versa
4
5 ($p = 0,017$).
6
7
8
9

10 **Conclusions:** Three-dimensional differences exist in the 3D models when printed
11
12 by two different systems. The Formlabs 2 printer demonstrated greater precision
13
14 regardless of orientation compared to the Anycubic Photon. **However, these**
15
16 **differences do not have any clinical relevance.**
17
18
19

20 **Keywords**

21
22
23 Three-dimensional printing; orthodontics; dental cast printing; Stereolithography;
24
25 Dentistry; Dimensional Variation
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

INTRODUCCIÓN

El flujo digital en Ortodoncia es un proceso caracterizado por el uso de distintos **medios** con la finalidad de sistematizar procedimientos(1). Dicho flujo de **trabajo** considera la obtención de **registros** del paciente o bien la digitalización de registros previos mediante un escáner intraoral o de mesa. (2,3)

Los archivos generados **pueden** ser almacenados como registros históricos, o analizados a través de softwares de diagnóstico, planificación y eventualmente ejecutar la confección de aparatos para uso clínico. Esta herramienta sirve, además, para educación y motivación del paciente.(3)

Las nuevas tecnologías han permitido mejorar la efectividad del tratamiento optimizando su precisión y eficiencia en las tres dimensiones. Sin embargo, si existen errores en los datos producidos por los escáneres o distorsiones en los modelos impresos 3D, los procesos digitales pueden perder valor clínico. (4) Este fenómeno cobra especial relevancia cuando se requiere de la obtención de volúmenes tridimensionales, como por ejemplo de modelos físicos de las arcadas dentarias. Para ello, la conversión de un modelo digital en uno físico puede lograrse mediante el proceso de fabricación aditiva, llamado comúnmente impresión tridimensional (3D). (5,6)

Existen distintos tipos de impresoras 3D, y numerosos factores que pueden afectar la calidad y fidelidad de los modelos impresos, incluyendo el sistema de impresión, la resolución y el medio de impresión, la orientación del modelo y los métodos de

1
2
3 procesamiento posterior.(7)
4
5

6 Son escasos los estudios que evalúan la precisión de los modelos impresos
7 mediante variaciones de la dimensión del arco dentario. Sin embargo, dicho análisis
8 es crucial para lograr la máxima exactitud y reproducibilidad posibles(4) a fin de
9 alcanzar niveles de fidelidad clínicamente aceptables. En ortodoncia se suelen
10 considerar aceptables aquellos procesos cuyo margen de error es menor a los 300
11 μm .(8)
12
13
14
15
16
17
18
19

20 El grosor de cada capa de resina cumple un rol fundamental en el grado de
21 reproducibilidad de cada impresión. Para ello, el grosor de la capa de resina de 100
22 μm puede considerarse como óptimo, ya que equilibra la precisión y el tiempo de
23 impresión en comparación con capas de menor grosor. (9,10)
24
25
26
27
28
29
30

31 Un factor que es rutinariamente definido por el operador durante la impresión 3D es
32 la orientación del modelo en la plataforma de impresión. La orientación de un
33 modelo en impresión afecta el tiempo y la cantidad de modelos que pueden incluirse
34 en una impresión, impactando en la eficiencia del proceso de impresión. Además,
35 existen escasos estudios donde se plantea que la orientación del modelo puede
36 afectar la reproducción tridimensional de estructuras, y específicamente de piezas
37 dentarias. (7)
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

49 Actualmente existen numerosas alternativas que permiten llevar a cabo
50 procedimientos de ortodoncia digital. Sin embargo, un factor que dificulta la
51 integración digital es el alto costo económico. En la actualidad existen marcas que
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 ofrecen equipamiento de impresión de alta precisión, así como softwares de uso
4
5 abiertos a la comunidad, que no son de dedicación odontológica exclusiva,
6
7 exhibiendo valores de adquisición más accesibles que las de dedicación
8
9 odontológica exclusiva. Las primeras parecen ofrecer un desempeño apropiado, y
10
11 comparable en cuanto a la precisión de impresión logrado con las marcas líderes.
12
13 De ser esto efectivo, sería posible reducir los costos de la implementación, sin
14
15 embargo, a la fecha no se han publicado resultados independientes que reporten
16
17 tal similitud de desempeño.
18
19

20
21
22 Entre las impresoras 3D, la impresora Formlabs 2 es una impresora de
23
24 estereolitografía que se encuentra entre las más utilizadas en el área odontológica,
25
26 logrando producir modelos 3D con niveles de precisión de 50 micras. Estos son
27
28 ampliamente utilizados en clínica, lo que permite posicionarla como un parámetro
29
30 de comparación. (8) A su vez, la impresora Anycubic Photon® representa una
31
32 impresora de procesamiento de luz digital, de un precio más asequible
33
34 (aproximadamente 10 veces menor), y que también ofrece 50 micras de precisión,
35
36 la cual ha permitido su utilización en aplicaciones odontológicas. Siendo ambas
37
38 impresoras utilizadas actualmente en laboratorio odontológico, no existen a la fecha
39
40 reportes que comparen la precisión de ambas impresoras para la reproducción de
41
42 modelos dentales 3D.
43
44
45
46
47
48

49 El objetivo de la presente investigación fue analizar la variación dimensional de
50
51 modelos dentales 3D obtenidos a partir de dos impresoras 3D de resina, **una de**
52
53 **alto costo y otra de bajo costo, comparados con el modelo digital original e**
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 **inferir si dicha variación dimensional entre impresoras es clínicamente**
4
5 **relevante.**
6
7

8 **MATERIALES Y MÉTODO**

9
10
11
12 Flujo de obtención **de modelos** en impresora Anycubic Photon y Formlabs 2.
13
14

15
16 Utilizando como modelo maestro un archivo en STL de un maxilar con adecuado
17 alineamiento dentario, se realizó una secuencia de impresiones de dicho archivo en
18 2 impresoras: Anycubic Photon y Formlabs 2. En cada una de ellas se realizaron 5
19 impresiones del modelo de manera horizontal (orientación 0°) y 5 veces de forma
20 vertical (orientación 90°), para el posterior análisis comparativo de los 20 modelos.
21
22 Se utilizaron rellenos sólidos y resinas opacas correspondientes a la marca de cada
23 impresora con un grosor de capa de 50 µm para ambas impresoras. El tamaño
24 muestral fue determinado por conveniencia, pero siguiendo la experiencia de
25 estudios previos (9–11), donde se utilizan 10 muestras en promedio.
26
27

28
29 Las impresiones 3D obtenidas de la impresora Anycubic Photon fueron sometidas
30 a lavado según las indicaciones del fabricante, con alcohol isopropílico al 70%
31 durante 5 minutos para retirar los excesos de resina sin curar de las superficies
32 impresas en el dispositivo Wash&Cure 2.0. Posteriormente se dejaron secar por 10
33 minutos antes de ser fotocurados en el mismo dispositivo durante 10 minutos.
34
35

36
37 Así mismo, los modelos 3D obtenidos con la impresora Formlabs 2 fueron lavados
38 en una solución de alcohol isopropílico al 70% por 10 minutos con el equipo *Form*
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

1
2
3 *Wash* para retirar los excesos de resina sin curar. Luego se dejaron secar durante
4
5 10 minutos antes de ser puestos en el equipo *Form Cure* durante 10 minutos.
6
7

8
9 Las impresiones obtenidas de ambas impresoras fueron escaneadas con el escáner
10
11 de mesa UP3D UP300 con el fin de poder evaluar las variaciones dimensionales de
12
13 los modelos obtenidos de una misma impresora, entre ambas impresoras y la
14
15 diferencia de ambas respecto al archivo STL original.
16
17

18
19 Para la comparación de resultados, los volúmenes obtenidos fueron superpuestos
20
21 mediante el método de *best fit* y analizados en el software Slicer 3D
22
23 (<http://www.slicer.org>) (12) , definiéndose 3 áreas de interés:
24
25

- 26
27 - Incisivo: Sección de la superposición que incluye la porción central de la cara
28
29 vestibular del incisivo central derecho, y la zona media de su borde incisal.
30
31
- 32 - Molar: Sección de la superposición que incluye la cara oclusal del primer
33
34 molar superior derecho.
35
36
- 37 - Paladar: Sección de la superposición que incluye la zona más profunda del
38
39 paladar duro, inmediatamente posterior a las arrugas palatinas.
40
41

42
43 Se generó en el Software 3D Slicer, para cada muestra, un mapa colorimétrico con
44
45 rango de 1000 μm , indicando en color rojo una discrepancia con el modelo original
46
47 de 500 μm , verde para 0 μm , y azul para -500 μm de diferencia. Establecidos los
48
49 colores, se procedió a obtener el color promedio de la muestra, descrito según la
50
51 escala rojo, verde y azul (RGB), la cual da un valor entre 0 y 255 para cada uno de
52
53 estos 3 colores. Con esta información, se generó un sistema que permitió traducir
54
55

1
2
3 el valor colorimétrico promedio en un valor promedio de micrones de discrepancia
4 de la muestra respecto al original, a fin de determinar el nivel de variación
5 dimensional producto del proceso de impresión 3D en cada grupo. Dicho sistema
6 de traducción está disponible para uso público en el siguiente link:
7
8
9
10 <https://tinyurl.com/calculadora-rgb>
11
12
13

14 15 **Análisis estadístico**

16
17
18 Se analizó la distribución según el Test Shapiro-Wilk para constatar normalidad en
19 la distribución del conjunto de datos obtenidos. Dado que los datos de la muestra
20 no seguían la distribución normal, las diferencias intra e intergrupo fueron
21 analizadas con el Test de Kruskal-Wallis con posthoc de Bonferroni para
22 comparaciones múltiples. Para el análisis estadístico se utilizó el Software SPSS
23 versión 25 (IBM Corp., NY, EEUU).
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

34 **RESULTADOS**

35
36
37 A través del método realizado fue posible obtener imágenes gráficas de las
38 discrepancias entre los modelos impresos y el original (Figuras 1 a 4), además de
39 tablas con medidas objetivas para cuantificar dichas discrepancias (Tablas 1).
40
41
42
43
44

45
46 La mayor discrepancia respecto al modelo original con la impresora Anycubic se
47 observa en la figura 1, de forma horizontal en la zona de molares y paladar
48 representada en color rojo y azul respectivamente. Así mismo, en la figura 2, la
49 impresión con orientación vertical para el grupo incisivo fue la que presentó mayor
50 discrepancia graficada en color rojo. Por contraparte, en la figura 3 y 4, impresos
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 con Formlab 2, se aprecian los modelos en su mayoría de color verde, lo que nos
4
5 indica que la discrepancia se acerca a 0 μm
6
7

8
9 En ambas impresoras, al imprimir verticalmente tendió a aumentar el error a nivel
10
11 de incisivo, mientras que al imprimir horizontalmente el error se magnificaba más a
12
13 nivel de molares y zona del paladar.
14
15

16 17 Resultados Intra-Impresora

18
19
20 La mayor diferencia según el patrón de impresión se observa en las muestras de
21
22 incisivos impresas con la impresora Anycubic, en la cual se puede apreciar
23
24 diferencias de hasta 256,2 μm cuando se imprime verticalmente en comparación a
25
26 la impresión horizontal ($p=0,001$). La misma diferencia en cuanto al patrón de
27
28 impresión se puede observar cuando se comparan las muestras verticales y
29
30 horizontales de la impresora Formlabs 2, sin embargo, no es estadísticamente
31
32 significativo ($p=0,585$). (Tabla 1)
33
34
35

36
37
38 Para las muestras de cara oclusal del primer molar superior derecho y paladar duro
39
40 ocurre en sentido contrario, es posible apreciar que la mayor diferencia o error se
41
42 produce cuando se imprime en sentido horizontal, siendo estadísticamente
43
44 significativo para la impresora Anycubic ($p<0,04$) pero no así para la impresora
45
46 Formlabs 2, en la cual, si bien la tendencia observada es similar con la otra
47
48 impresora, los valores no son estadísticamente significativos ($p>0,2$). (Tabla 1)
49
50
51

52 53 Resultados Inter-Impresoras

1
2
3 Respecto la comparación entre las impresoras, en las muestras de incisivo, se
4 observa que el patrón de impresión vertical presenta mayor diferencia
5 tridimensional. Sin embargo, no se encontraron **diferencias estadísticas** al
6 comparar entre impresiones horizontales ni verticales ($p=1.0$). Al contrario, sí se
7 encontró una **diferencia significativa** entre el patrón vertical de Anycubic respecto
8 al patrón horizontal de Formlabs 2 ($p=0,017$) (Tabla 1)
9

10
11
12 Para las muestras de la cara oclusal del molar y paladar duro, se pudo encontrar la
13 misma tendencia entre los grupos de impresoras, siendo el patrón de impresión
14 horizontal aquel que presenta mayor distorsión tridimensional. No se observaron
15 **diferencias estadísticas** entre las impresiones horizontales de ambas impresoras
16 ($p>0,65$), ni verticales. **Al contrario**, sí se apreció una diferencia **significativa** entre
17 patrón horizontal de Anycubic respecto al vertical de Formlabs 2 ($p<0,005$). (Tabla
18 1)
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

35 DISCUSIÓN

36
37
38 La presente investigación fue realizada con la finalidad de estudiar el efecto de la
39 orientación de un volumen 3D utilizando dos sistemas de impresión diferentes, lo
40 cual cobra especial relevancia en el contexto actual, en el que muchos
41 procedimientos clínicos incluyen en sus procesos la utilización de volúmenes 3D
42 impresos. Como el costo de distintos sistemas de impresión 3D supone una barrera
43 de entrada a este tipo de técnicas, y la orientación de las impresiones determina la
44 duración del proceso de impresión, la presente investigación ofrece respuestas que
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 pueden apoyar al clínico en la aplicación de tecnologías digitales, específicamente
4 durante el proceso de impresión 3D.
5
6
7
8
9
10

11
12 Al analizar los resultados dentro de cada impresora, se observa una clara relación
13 entre la orientación de la impresión y la distorsión de las zonas estudiadas. Así pues,
14 para la cara vestibular del incisivo superior se observa que, para ambas impresoras,
15 los modelos impresos en orientación vertical tuvieron una mayor distorsión que los
16 horizontales (Anycubic: 267,4 μm contra 19,46 μm ; Formlabs 2: 73,5 μm contra 35,9
17 μm). A su vez, para las zonas de primer molar y paladar duro, fue la orientación
18 horizontal la que presentó mayor diferencia (Anycubic: 201,5 μm contra 56,3 μm ;
19 Formlabs 2: 85,7 μm contra 26,7 μm). Estas diferencias sólo alcanzaron
20 **significación estadística** para la impresora Anycubic. Esto puede ser explicado
21 por la distorsión del eje Z, descrito en estudios previos (11) y que indica que dicha
22 distorsión puede llegar hasta un 10% en objetos pequeños. Así, vemos que en la
23 impresión vertical y horizontal, son los incisivos y molares, respectivamente, los
24 elementos que más distorsión presentan, al constituirse como el elemento más
25 alejado de la plataforma de impresión. La relevancia clínica de los resultados
26 obtenidos radica en que, si se trabaja de acuerdo con el objetivo que se quiere
27 lograr, tanto una impresora de alto costo como Formlabs 2 como la impresora
28 Anycubic, pueden lograr parámetros clínicamente aceptables. Es decir, cuando se
29 requiera una mayor precisión, por ejemplo, a nivel de los incisivos centrales, hay
30 que evaluar la orientación o bien usar una impresora más sofisticada como la
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 Formlabs 2. De todas formas, todas las discrepancias promedio medidas quedan
4 bajo los 300 micrones, por lo que cualquiera de los cuatro métodos de impresión
5 estudiados sería correcto para ortodoncia.
6
7
8
9

10
11
12
13
14 **Como limitación de este estudio está** que se utilizaron procesos de post-
15 procesado distintos entre las resinas, aunque siendo cada uno de ellos el indicado
16 por el fabricante. Futuras investigaciones podrían estandarizar el proceso utilizando
17 una misma resina que sea validada por ambos fabricantes para el uso en sus
18 impresoras. Otro aspecto que podría optimizarse es aumentar el tamaño muestral
19 en base a los resultados del presente estudio. Esto permitiría fortalecer la evidencia
20 que explique las diferencias entre las impresoras y la orientación del modelo en la
21 plataforma de estas. Lo anterior puede combinarse con el uso de estructuras de
22 soporte entre el modelo a imprimir y la plataforma, de modo que la distorsión
23 producida en las capas iniciales de resina impresa no afecte la reproducción de
24 estructuras anatómicas en el modelo final.
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

41 Existen diferencias tridimensionales en los modelos 3D cuando son impresos con
42 dos sistemas diferentes de impresión 3D de resina. Sin embargo, considerando el
43 margen de tolerancia en cuanto a distorsión en la impresión aceptados para
44 ortodoncia, y teniendo en consideración la orientación de los modelos según el
45 objetivo terapéutico, ambas impresoras serían adecuadas para la impresión de
46 modelos para aplicaciones clínicas ortodóncicas.
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56

Conclusiones

La impresora Formlabs 2 demostró tener una mayor exactitud que la impresora Anycubic Photon, independientemente de la orientación de la impresión. Esta última presentó diferencias **estadísticas** al comparar los resultados de los patrones de impresión vertical y horizontal.

Sin embargo, los resultados del presente estudio permiten establecer que impresoras de costo reducido como la usada en el presente estudio, **pueden ser usadas de manera segura para aplicaciones clínicas en ortodoncia sin diferencias clínicas significativas respecto a impresoras de costo elevado.**

Referencias

1. Esquivel Chirino C, Escamilla Valencia J. Revista Mexicana de Ortodoncia El flujo digital en ortodoncia: ¿futuro o presente? 2020 [cited 2023 Mar 28];8:6–8. Available from: www.medigraphic.org.mx
2. Hodge TM, Dhopatkar AA, Rock WP, Spary DJ. A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement. J Orthod [Internet]. 2004 Jun [cited 2023 Mar 28];31(2):132–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15210929/>
3. Coachman C, Blatz MB, Bohner L, Sesma N. Dental software classification and dento-facial interdisciplinary planning platform. J Esthet Restor Dent [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2023 Apr 17];33(1):99–106. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33470496/>
4. Favero CS, English JD, Cozad BE, Wirthlin JO, Short MM, Kasper FK. Effect of print layer height and printer type on the accuracy of 3-dimensional printed orthodontic models. Am J Orthod Dentofacial Orthop [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2023 Apr 17];152(4):557–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28962741/>

- 1
2
3 5. Ledingham AD, English JD, Akyalcin S, Cozad BE, Ontiveros JC, Kasper FK.
4
5 Accuracy and mechanical properties of orthodontic models printed 3-
6
7 dimensionally from calcium sulfate before and after various postprinting
8
9 treatments. Am J Orthod Dentofacial Orthop [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2023
10
11 Mar 28];150(6):1056–62. Available from:
12
13 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27894527/>
14
15
- 16
17 6. Barone S, Neri P, Paoli A, Razionale A V., Tamburrino F. Development of a
18
19 DLP 3D printer for orthodontic applications. Procedia Manuf. 2019 Jan
20
21 1;38:1017–25.
22
23
- 24 7. Impact of orientation on dimensional accuracy of 3D-printed orthodontic
25
26 models - PubMed [Internet]. [cited 2023 Mar 28]. Available from:
27
28 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29447126/>
29
30
- 31 8. Etemad-Shahidi Y, Qallandar OB, Evenden J, Alifui-Segbaya F, Ahmed KE.
32
33 Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models: A Systematic
34
35 Review. J Clin Med [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2023 Mar 28];9(10):1–18.
36
37 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33092047/>
38
39
- 40 9. Loflin WA, English JD, Borders C, Harris LM, Moon A, Holland JN, et al. Effect
41
42 of print layer height on the assessment of 3D-printed models. Am J Orthod
43
44 Dentofacial Orthop [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2023 Mar 28];156(2):283–9.
45
46 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31375239/>
47
48
- 49 10. Zhang Z chen, Li P lun, Chu F ting, Shen G. Influence of the three-dimensional
50
51 printing technique and printing layer thickness on model accuracy. J Orofac
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 Orthop [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2023 Mar 28];80(4):194–204. Available
4 from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31172199/>
5
6
7
8 11. Unkovskiy A, Bui PHB, Schille C, Geis-Gerstorfer J, Huettig F, Spintzyk S.
9
10 Objects build orientation, positioning, and curing influence dimensional
11 accuracy and flexural properties of stereolithographically printed resin. Dent
12 Mater [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2023 Mar 28];34(12):e324–33. Available
13 from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30293688/>
14
15
16
17 12. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin JC, Pujol S,
18
19 et al. 3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging
20 Network. Magn Reson Imaging [Internet]. 2012 Nov [cited 2023 Mar
21 28];30(9):1323–41. Available from:
22 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22770690/>
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Review Only

Relevancia Clínica

Actualmente en ortodoncia existen procedimientos que requiere utilización de volúmenes 3D impresos. En el mercado hay distintos sistemas de impresión, pero el factor económico supone una barrera.

Se estudiaron dos impresoras, Formlabs 2 y Anycubic Photon. Si bien se identificaron diferencias estadísticamente significativas al comparar distintos patrones de impresión y entre impresoras presentando la impresora Formlabs 2 una mayor exactitud, ningún patrón de impresión presentó distorsiones clínicamente relevantes para ortodoncia, indicando que la impresora Anycubic Photon (de bajo costo) puede ser utilizada de manera clínicamente válida en el contexto de la ortodoncia.

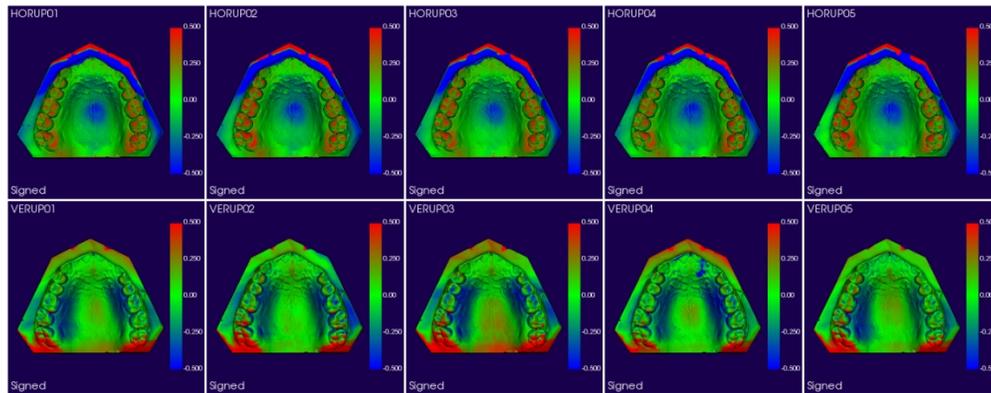


Figura 1: Vista superior de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de cada modelo impreso con la impresora Anycubic horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.

366x143mm (96 x 96 DPI)

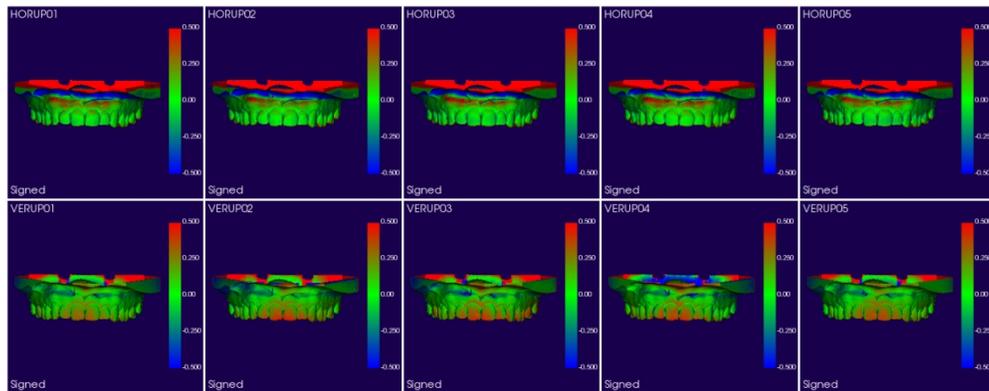


Figura 2: Vista frontal de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de cada modelo impreso con la impresora Anycubic horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.

368x144mm (96 x 96 DPI)

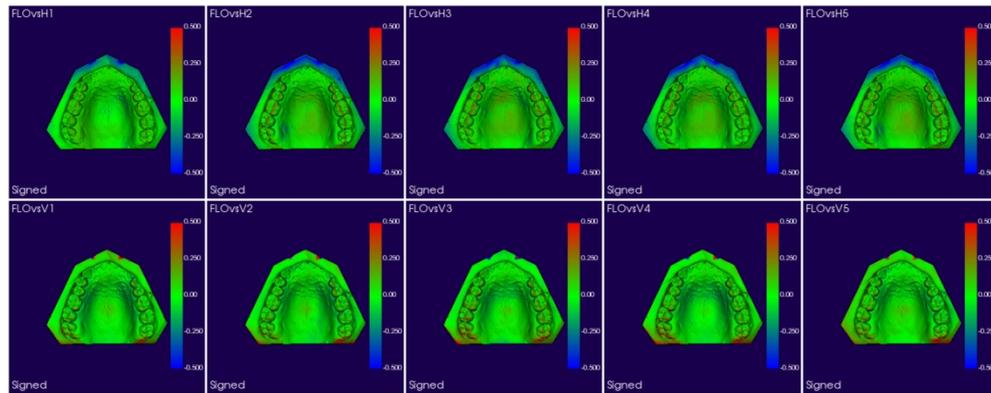


Figura 3: Vista superior de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de cada modelo impreso con la impresora Formlabs horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.

367x144mm (96 x 96 DPI)

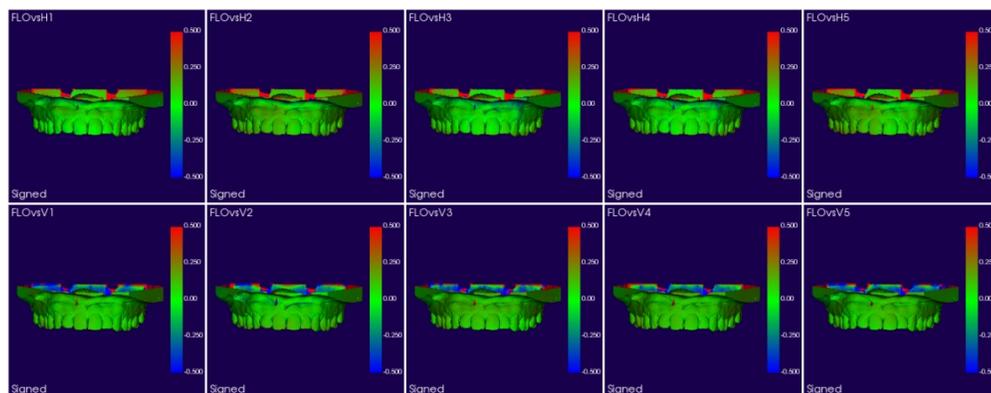


Figura 4: Vista frontal de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de cada modelo impreso con la impresora Formlabs horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.

367x144mm (96 x 96 DPI)

Grupo	Modelo	Diferencia (μm)		
		Incisivo	Molar	Paladar
1	1	2,5	193,2	194,3
	2	7,5	179	206,3
	3	20	192,1	179
	4	25	184,7	211,9
	5	42,3	176,1	215,9
	\bar{x}	19,46	185,02	201,46
2	6	221,4	56,8	5,7
	7	298,5	73,9	11,3
	8	261,2	73,9	14,1
	9	277,5	65,3	45,2
	10	278,6	11,4	48
	\bar{x}	267,44	56,26	24,86
3	11	17,5	54,3	17
	12	59,7	90,4	54
	13	22,5	93,8	62,1
	14	27,5	84,7	67,8
	15	52,2	105,1	79,5
	\bar{x}	35,88	85,66	56,08
4	16	60	17	11,4
	17	90	8,5	5,7
	18	69,7	68,2	28,2
	19	70	39,8	51,1
	20	80	0	2,8
	\bar{x}	73,94	26,7	19,84

1: Anycubic horizontal

2: Anycubic vertical

3: Formlabs horizontal

4: Formlabs vertical

1 **Tabla 1.** Diferencias en micrones (μm) de los distintos modelos impresos en cada grupo, según superficie
2
3 analizada.
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Review Only

1
2
3 **Figura 1:** Vista superior de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes
4 de cada modelo impreso con la impresora Anycubic horizontalmente (serie superior de la imagen) y
5 verticalmente (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner
6 de mesa UP3D.
7
8
9

10
11
12
13 **Figura 2:** Vista frontal de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de
14 cada modelo impreso con la impresora Anycubic horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente
15 (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.
16
17
18

19
20
21
22
23 **Figura 3:** Vista superior de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de
24 cada modelo impreso con la impresora Formlabs horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente
25 (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.
26
27
28

29
30
31
32
33 **Figura 4:** Vista frontal de mapa de colores en escala de -0.5 a + 0.5 mm de la superposición de 2 imágenes de
34 cada modelo impreso con la impresora Formlabs horizontalmente (serie superior de la imagen) y verticalmente
35 (serie inferior de la imagen) en comparación con el modelo original, y escaneado con el escáner de mesa UP3D.
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60