

Análise bibliométrica das publicações dos últimos 16 anos sobre o uso da Realidade Virtual como ferramenta de ensino na área da saúde

Bibliometric analysis of publications from the last 16 years on the use of Virtual Reality as a teaching tool in the health area

Análisis bibliométrico de publicaciones de los últimos 16 años sobre el uso de la Realidad Virtual como herramienta didáctica en el área de la salud

Recebido: 03/03/2021 | Revisado: 11/03/2021 | Aceito: 13/03/2021 | Publicado: 20/03/2021

Valéria Duarte de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3233-203X>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: valeriaalmeida@alu.uern.br

Dennis Costa Furtado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1430-2734>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: dennisnutricionista@gmail.com

Louise Helena de Freitas Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8729-013X>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: louiseribeiro@alu.uern.br

Nickson Melo de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5739-888X>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: nicksonmm@yahoo.com.br

Ellany Gurgel Cosme do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4014-6242>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: ellanygurgel@hotmail.com

José Veríssimo Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5169-6496>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: veris@cb.ufrn.br

Christiane Medeiros Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7983-8804>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: christiane_medeiros@yahoo.com.br

Micássio Fernandes de Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2836-9080>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: micassiofernandes@gmail.com

Thales Allyrio Araújo de Medeiros Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4559-8918>
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: thalesallyrio@uern.br

Resumo

A Realidade Virtual é umas das tecnologias mais inovadoras da atualidade, e pode ser aplicada na educação em diversas áreas do conhecimento, incluindo a formação de profissionais da saúde. Na educação em saúde, esta aplicação é foco de diversas pesquisas, por isso a necessidade de um estudo bibliométrico sobre o tema a fim de identificar os pontos de interesse neste tópico. O objetivo desse estudo é apresentar resultados de uma análise bibliométrica sobre uso da realidade virtual na docência em saúde e relatar as características destes estudos. Os artigos foram buscados na Web Of Science, e foram incluídos aqueles publicados entre 2004 e 2020 sobre o tema. Para a análise dos dados foram usados os softwares Histcite© e VOSviewer. No total, 1705 artigos foram identificados. A análise das características das publicações e das redes de co-citação e co-ocorrência de palavras mostrou que o principal uso dessa tecnologia no ensino da área da saúde vem sendo o treinamento de estudantes de cirurgia, e resultados positivos no aumento da performance dos alunos já foram identificados por vários estudos. Também foi possível identificar que em 2020, houve um aumento significativo no número de publicações sobre esse tema, possivelmente devido à pandemia do vírus SARS-CoV-2 e a consequente necessidade da implementação de novas abordagens metodológicas no ensino em saúde. Assim, a realidade virtual pode ser considerada uma ferramenta

importante na formação e treinamento de novos profissionais da saúde, auxiliando na aquisição de conhecimento e habilidades em diversas áreas desse campo, principalmente na área cirúrgica.

Palavras-chave: Realidade virtual; Educação; Educação em saúde; Ensino.

Abstract

Virtual Reality is one of the most innovative technologies today and can be applied in education in several areas of knowledge, including the training of health professionals. In health education, this application is the focus of several types of research, so the need for a bibliometric study to identify the points of interest in this topic. This study presents the results of a bibliometric analysis on the use of virtual reality in health education and to report the characteristics of these studies. The articles were searched on the Web of Science, and those published between 2004 and 2020 on the topic were included. Histcite© and VOSviewer software were used for data analysis. In total, 1705 articles were identified. The analysis of the characteristics of the publications and the co-citation and co-occurrence networks of words showed that the main use of this technology in health education has been the training of surgical students, and positive results in increasing student performance have been identified in several studies. It was also possible to identify that in 2020, there was a significant increase in the number of publications on this topic, possibly due to the pandemic of the SARS-CoV-2 virus and the consequent need to implement new methodological approaches in health education. Thus, virtual reality can be considered an important tool in the education and training of new health professionals, assisting in the acquisition of knowledge and skills in several areas of this field, mainly in the surgical area.

Keywords: Virtual reality; Education; Health education. Teaching.

Resumen

La realidad virtual es una de las tecnologías más innovadoras en la actualidad y se puede aplicar en la educación en varias áreas del conocimiento, incluida la formación de profesionales de la salud. En educación para la salud, esta aplicación es el foco de varias investigaciones, por lo que es necesario un estudio bibliométrico sobre el tema para identificar los puntos de interés en este tema. El objetivo de este estudio es presentar los resultados de un análisis bibliométrico sobre el uso de la realidad virtual en la enseñanza de la salud y reportar las características de estos estudios. Los artículos se buscaron en la Web Of Science y se incluyeron los publicados entre 2004 y 2020 sobre el tema. Se utilizó el software Histcite © y VOSviewer para el análisis de datos. En total, se identificaron 1705 artículos. El análisis de las características de las publicaciones y las redes de palabras de co-citación y co-ocurrencia mostró que el uso principal de esta tecnología en la educación para la salud ha sido la formación de estudiantes de cirugía, y se han identificado resultados positivos en el aumento del rendimiento de los estudiantes. por varios estudios. También se pudo identificar que, en 2020, hubo un aumento significativo en el número de publicaciones sobre este tema, posiblemente debido a la pandemia del virus SARS-CoV-2 y la consecuente necesidad de implementar nuevos enfoques metodológicos en educación para la salud. Así, la realidad virtual puede ser considerada una herramienta importante en la educación y formación de nuevos profesionales de la salud, ayudando en la adquisición de conocimientos y habilidades en diversas áreas de este campo, principalmente en el área quirúrgica.

Palabras clave: Realidad Virtual; Educación; Educación para la salud. Enseñanza.

1. Introdução

A tecnologia está mudando a maneira como as pessoas se envolvem e interagem com o material de aprendizagem (Goodyear & Retalis, 2010). O lançamento de tecnologias de visualização como a Realidade Virtual (RV) traz a possibilidade de aprender de uma maneira que até pouco tempo atrás não era possível, uma vez que a visualização de conteúdos educacionais torna o aprendizado mais eficiente e eficaz (Kim et al, 2021).

RV é um termo usado para descrever tecnologias que atuam em órgãos sensoriais humanos para criar ambientes artificiais semelhantes ao real (Shih e Davis 1997; Fletcher et al. 2011, Kim et al, 2021). Ela permite ao usuário explorar e manipular ambientes sensoriais multimídia gerados por computador em tempo real, possibilitando a aprendizagem através de diferentes níveis de imersão como a percepção do mundo digital como real e a capacidade de interagir com objetos e / ou realizar uma série de ações no ambiente digital (Mantovani, Castelnuovo, Gaggioli & Riva, 2003; Kim, 2005; McGaghie, Issenberg, Petrusa & Scalese, 2010).

Devido ao avanço tecnológico e suas melhorias, a RV é considerada umas das tecnologias mais inovadoras na atualidade, e é cada vez mais usada como uma ferramenta de aprendizado no campo da educação em saúde onde sua aplicação é foco de diversos estudos (Calatayud et al, 2010; Palter, 2012; Khot, Quinlan, Norman & Wainman, 2013; Nagendran et al,

2013; Kim et al, 2021). De acordo com Burt (1995), as vantagens de utilizar a RV no ensino na área da saúde incluem a simulação de eventos críticos sem risco para o paciente; a capacidade de repetir, interromper, gravar, reproduzir, criticar e avaliar objetivamente o controle de variáveis independentes ou múltiplas; e a execução de alta fidelidade de procedimentos complexos, como cirurgias.

Resultados positivos no aumento da performance de alunos em cursos da área da saúde em virtude do uso da RV já foram identificados por diversos estudos. LeBlanc, Urbankova, Hadavi e Lichtenthal (2004) observaram que alunos de odontologia que treinaram com o simulador de realidade virtual melhoraram significativamente sua performance quando comparado a alunos que não usaram o simulador. Larsen et al (2009) mostrou que as habilidades em cirurgia laparoscópica de residentes em ginecologia e obstetrícia foram aumentadas de maneira clinicamente relevante usando um simulador de realidade virtual, mostrando ser possível transferir habilidades adquiridas durante o treinamento usando um simulador para uma cirurgia real. Em um outro estudo, foi testada uma técnica usando RV para ensinar anatomia à alunos do segundo e quinto ano do curso de medicina, usando injeção de contraste visual e observou que, em geral, as atitudes dos alunos em relação ao programa de RV foram positivas quando comparadas com os livros didáticos de anatomia, e os testes de conhecimento sugeriram um efeito potencialmente benéfico na aprendizagem (Petersson, Sinkvist, Wang, & Smedby, 2009).

Com a ampla disponibilidade de softwares analíticos bibliométricos, estudos de análises de citações e outros marcadores bibliométricos têm se tornado uma tendência na literatura médica e na área da saúde em geral afim de identificar os principais trabalhos e autores de um determinado campo (Shuaib et al, 2015; Muller et al, 2016; Walsh et al. 2018). No entanto, para nosso conhecimento, nenhum estudo explorou especificamente o perfil bibliométrico da pesquisa sobre o uso da realidade virtual no ensino em saúde.

O número de citações recebidas é usado com frequência como uma ferramenta para medir o impacto individual de um artigo, autor, revista ou instituição em uma determinada área de conhecimento, considerando grande número de citações como um indicativo de alto impacto (Azer et al, 2015; Walsh et al, 2018). Além disso, a análise de outros indicadores bibliométricos como número de publicações e palavras-chave mais utilizadas, também ajudam a medir o impacto de uma pesquisa, pois fornecem indicações de quais autores, países, periódicos e tópicos estão influenciando ou motivando estudos em um determinado campo (Garfield, Paris & Stock, 2006; Pendlebury, 2008).

Portanto, o objetivo desse trabalho é apresentar os resultados de uma análise bibliométrica sobre o uso da realidade virtual na docência em saúde e relatar as características destes estudos, como principais palavras-chaves, autores e títulos mais referenciados entre 2004 e 2020. A partir dessa análise espera-se que seja possível fornecer uma visão geral da pesquisa sobre esse tema através da identificação dos pontos de interesse neste tópico, bem como dos pontos ainda pouco explorados que podem servir como base para pesquisas futuras na área.

2. Metodologia

2.1 Coleta de Dados

Foi feito um levantamento bibliográfico na base de dados *Web of Science* (WoS), onde foram identificados artigos sobre o uso da Realidade Virtual no ensino na área da saúde. Na WoS foi selecionada a sub-base *Web of Science Core Collection* e dentro dela a categoria *Science Citation Index-Expanded*. De acordo com o *Journal Citation Report* (JCR) em 2017, havia 8987 periódicos em 235 categorias na SCI-Expanded.

A pesquisa foi conduzida em dezembro de 2020 e janeiro de 2021, o período de publicação foi limitado aos últimos 16 anos, 2004-2020. As buscas foram realizadas usando os seguintes descritores: “Virtual Reality”, “Virtual-reality simulator”, “Virtual-reality”, “health education”, “health training”, “health teaching”, e “health learning”, nos títulos, palavras-chave e resumos. Foram usados os operadores booleanos AND e OR para relacionar os descritores. Ao todo, foram recuperados 1705

artigos.

2.2 Ferramentas analíticas e indicadores bibliométricos

Este estudo mediu o impacto da pesquisa científica usando indicadores bibliométricos padrão disponíveis na WoS e no JCR e softwares analíticos como o Histcite© 12.03.2017 e o VOSviewer v.1.61.

O programa Histcite foi usado como ferramentas para analisar as características dos trabalhos e citações junto com ferramentas disponíveis na WoS e JCR. O software VOSviewer foi utilizado para a visualização das redes de co-autoria, citação e co-ocorrência de termos e palavras-chave. O software Excel foi utilizado para tabulação dos dados.

2.2.1 Análise das características das publicações

Os artigos encontrados foram analisados em relação a distribuição de publicações por ano, tipo de artigo, idiomas, países ou regiões, revistas, categorias na WoS e autores usando os dados disponíveis na WoS e JCR e o software Histcite© 12.03.2017 (Garfield et al, 2006).

Para a análise dos países que mais publicaram sobre o tema foram registrados os dados sobre o número de artigos sobre o tema publicados e a porcentagem correspondente; o TGCS (*total global citation score*) que é número total de citações de uma revista dentro da WoS, obtido pelo software Histcite e o número de citações por artigo (obtido através do cálculo $TGCS / n^\circ$ de artigos), segundo descrito por Fu et al (Fu, Wang, & Ho, 2012).

Para autores que publicam ativamente no tema, os seguintes indicadores foram utilizados: o número de artigos publicados sobre o tema e o número total de artigos publicados por cada autor; a soma total do número de citações da Coleção principal da Web of Science para todos os itens deste registro de autor, sem autocitações; o índice h, que é o número de artigos com citações maiores ou iguais a esse número; a média de citações por ano e o índice i10 (número de publicações citado pelo menos 10 vezes) (Thomson Reuters, 2008). Quanto mais altos os valores desses indicadores bibliométricos, maior a influência dos autores e suas publicações.

Para a análise das revistas que mais publicaram sobre o tema foram usados os seguintes indicadores: categoria do JCR; número de artigos sobre o tema publicados e a porcentagem; o TGCS; o número de citações por artigo; fatores de impacto e quartil obtidos do relatório JCR divulgado em 2019 com dados de 2018.

E para a análise dos 10 artigos mais citados foram analisados o fator de impacto da revista na qual o artigo foi publicado; o *Global Citation Score* (GCS) que é a frequência de citações de um artigo baseado em todos os registros da WoS, obtido através do Histcite; o GCS/t (*global citation annual score*) que é a frequência de citações anual baseada nos registros da WoS no momento em que os dados foram baixados e, por fim, a base de dados Scopus foi consultada para obter o número de citações desses artigos.

2.2.2 Visualização das redes de colaborações e citação

Para análise de citação e co-ocorrência de palavras-chave foram selecionados apenas os 500 artigos com o maior número de citações. O software VOSviewer v.1.61 para Microsoft Windows foi usado para construir diagramas bibliométricos para a visualização de citação entre revistas e co-ocorrência de palavras-chave nos artigos. Este programa consegue trabalhar com grandes conjuntos de dados e oferece diversas opções de análise e investigações (Fahimnia, Sarkis, Davarzani, 2015), criando imagens de fácil interpretação auxiliando na análise dos dados. O software mostra a conexão entre termos e autores relacionados, dividindo-os em grupos. Cada grupo é representado por uma cor e agrega todos os itens considerados semelhantes. O tamanho dos círculos demonstra o número de ocorrência do item e a proximidade entre os itens revela seu grau de relação, ou seja, quanto mais próximos, mais relacionados (Van, Ness & Waltman, 2010).

Para a análise de citação entre revistas, foram selecionadas apenas as revistas que receberam pelo menos 30 citações, totalizando 95 revistas. Para analisar a co-ocorrência de palavras-chave, afim de identificar as tendências emergentes da pesquisa foi usado o método de mineração de texto oferecido pelo VOSviewer (Fahimnia et al, 2015). Somente as palavras com mais de 5 ocorrências foram selecionadas.

3. Resultados

3.1 Análise das características das publicações

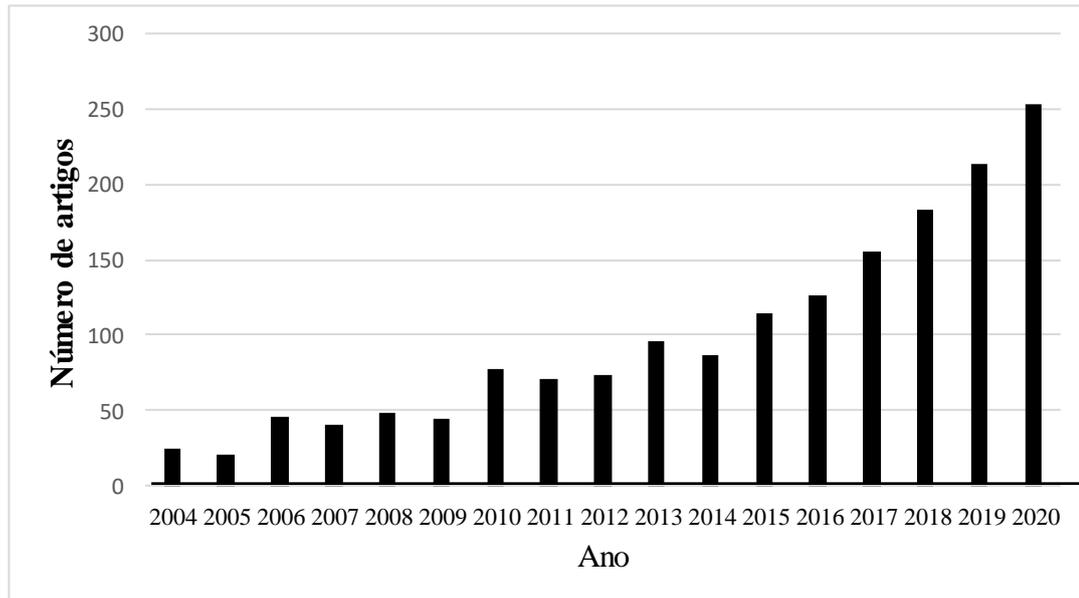
Entre 2004 e 2020 foram publicados 1705 estudos sobre o uso da Realidade Virtual no ensino em cursos de saúde de acordo com dados da Web Of Science. Dentre os artigos selecionados, 1215 (71,3%) eram artigos originais e 261 (15,3%) artigos de revisão. A maioria dos artigos foi escrito e publicado em inglês (96,8%). Os artigos estão distribuídos em 54 categorias diferentes da WoS. De todos os artigos, 27,6% deles estão agrupados na categoria “*Surgery*” ($n=471$), a categoria “*Education scientific disciplines*” vem na segunda posição com 12,8% dos artigos ($n= 219$), seguido de “*Education educational research*” com 9,1% ($n=155$).

Como mostra a Figura 1, houve um aumento significativo no número de artigos publicados que lidaram com a temática analisada nos últimos 16 anos (Figura 1). A produção anual de publicações se mostrou irregular e baixa entre 2004 e 2009, com 223 publicações, representando apenas 13,1% do total das publicações. Entre 2010 e 2016, a produção anual de publicações mostrou um crescimento lento, porém constante, com 646 publicações em 6 anos, representando 37,8% do total de publicações. O maior número de publicações se concentrou no período entre 2017 e 2020 ($n=805$), concentrando 47,2% de todas as publicações desse tema apenas nos últimos 3 anos. O número de publicações ($n = 253$) atingiu um pico em 2020, coincidindo com o período de ampliação do ensino remoto durante a pandemia do COVID-19.

Os artigos selecionados foram publicados em 707 revistas diferentes. A Tabela 2 mostra as 15 revistas com o maior número de artigos sobre o uso da Realidade Virtual na docência em saúde nos últimos 16 anos. No total, 379 artigos sobre esse tema foram publicados nessas revistas, o que representa 22,2% do total de artigos. Destas, sete pertencem a categoria “*Surgery*”. Os fatores de impacto variaram de 1.458 a 10.130, com média de 3.027.

De acordo com a classificação do Journal of Citation Reports, sete revistas estão no 1º quartil (Q1) da área na qual se encontra classificada, cinco revistas estão no 2º quartil (Q2), e três revistas estão no 3º quartil (Q3). Em relação a número de artigos publicados em cada revista, *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques* apresentou o maior número de artigos (75 artigos) e um fator de impacto de 3.149, seguido pela revista *Journal of Surgical Education* (59 artigos) com fator de impacto 2.220 e *Anatomical Sciences Education* (48 artigos) e fator de impacto 3.759. Além disso, apenas 20 revistas continham mais de 10 artigos, 116 revistas continham entre três e dez artigos, 107 revistas continham dois artigos e 464 revistas continham apenas um artigo (Tabela 2).

Figura 1. Distribuição do número de artigos recuperados na base WoS sobre o uso da Realidade Virtual no ensino em cursos de saúde publicados entre 2004 e 2020.



Fonte: Autores.

Tabela 1. Países com o maior número de artigos sobre o uso da Realidade Virtual no ensino em cursos de saúde publicados entre 2004 e 2020.

País ou região	n	%	TGCS	Citações/artigo
1. Estados Unidos	582	34,1	15431	26,5
2. Reino Unido	243	14,3	5225	21,5
3. Canadá	190	11,1	5192	27,3
4. Austrália	113	6,6	1902	16,8
5. Alemanha	105	6,2	1092	10,4
6. Holanda	84	4,9	2011	23,9
7. Dinamarca	73	4,3	1704	23,3
8. Brasil	69	4	358	5,1
9. Itália	65	3,8	917	14,1
10. Espanha	58	3,4	459	7,9

TGCS (total global citation score) = número de citações recebidas em toda a Web of Science. Citações/artigo= TGCS/número de artigos.
Fonte: Autores.

Tabela 2. As 15 revistas com o maior número de artigos sobre o uso da Realidade Virtual no ensino em cursos de saúde publicados entre 2004 e 2020.

Revista	Categoria do JCR	Nº de artigos citados	TGCS	Citações/artigo	FI/ Quartil*
1. Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques	Surgery	75	2579	34,4	3.149 / Q1
2. Journal of Surgical Education	Education, scientific disciplines; Surgery	59	1000	16,9	2.220 / Q2
3. Anatomical Sciences Education	Education, scientific disciplines	48	1333	27,7	3.759 / Q1
4. Journal of Medical Internet Research	Health Care Sciences & Services; Medical Informatics	31	265	8,5	5.034 / Q1
5. Clinical Simulation in Nursing	Nursing	25	219	8,7	1.713 / Q2
6. American Journal of Surgery	Surgery	20	1006	50,3	2.125 / Q2
7. Journal of Endourology	Urology & Nephrology	18	628	34,8	2.328 / Q1
8. Journal of Urology	Urology & Nephrology	18	903	50,1	5.925 / Q1
9. BMC Medical Education	Education, scientific disciplines	17	251	14,7	1.831 / Q2
10. Journal of Surgical Research	Surgery	15	350	23,3	1.841 / Q3
11. World Neurosurgery	Surgery	13	168	12,9	1.829 / Q3
12. Plos One	Multidisciplinary Sciences	11	57	5,2	2.740 / Q2
13. Surgical Innovation	Surgery	11	126	11,4	1.458 / Q3
14. Annals of Surgery	Surgery	10	1351	135,1	10.130 / Q1
15. Advances in Health Sciences Education	Education, scientific disciplines; Health Care Sciences & Services	8	208	26	2.480 / Q1

JCR – Journal of Citation Reports; TGCS (total global citation score) = número de citações recebidas em toda a Web of Science; Citações/artigo= TGCS/número de artigos; * Dados da edição 2018 de Journal Citation Reports; FI = fator de impacto. Fonte: Autores.

A Figura 2 mostra os resultados da análise de citação das revistas com artigos publicados sobre o tema e que receberam no mínimo 30 co-citações. Seis grupos (*clusters*) contendo 95 revistas foram identificadas. O grupo 1 (vermelho) consiste de 23 revistas publicam principalmente na área de oftalmologia e em especialidades médicas da área da cabeça e pescoço como neurologia e otorrinolaringologia. O grupo 2 (verde) consiste de 21 revistas da área de cirurgia. O grupo 3 (azul

Tabela 3. Top 10 autores que mais publicaram sobre o uso da Realidade Virtual no ensino em cursos de saúde publicados entre 2004 e 2020.

Autor	Instituição	N(t)	SNC	Índice-h	MCA	Índice-i10
1. Konge, Lars	Universidade de Copenhague	39 (226)	2.004	26	238,91	85
2. Aggarwal, Rajesh	Imperial College London	23 (275)	6.965	48	443,47	137
3. Ahmed, Kamran	King's College London	22 (125)	2.088	27	215,55	66
4. Darzi, Ara	Imperial College London	20 (1574)	37.289	96	1218,06	750
5. Dasgupta, Prokar	King's College London	18 (799)	10.002	54	435,36	247
6. Khan, Muhammad S.	King's College London	18 (122)	1.805	26	96,20	48
7. Bjerrum, Flemming	Universidade de Copenhague	16 (30)	525	13	63,78	17
8. Grantcharov, Teodor P.	Universidade de Toronto	13 (208)	4.916	43	265,45	90
9. Ringsted, Charlotte	Aarhus University	12 (150)	2.910	31	77,32	83
10. Mueller-Stich, Beat Peter	Ruprecht Karls University Heidelberg	11(229)	2.392	27	171,69	86

N(t)= número de artigos sobre o tema publicado por este autor (total de publicações desse autor na WoS); SNC=Soma do número de citações, sem autocitações; índice-h: o número de artigos com citações maiores ou iguais a esse número; MCA= Média de citações por ano; Índice-i10= número de publicações citadas pelo menos 10x. Fonte: Autores.

A Tabela 4 mostra os 10 artigos mais citados sobre o uso da Realidade Virtual na docência em Saúde publicados entre 2004 e 2020. O artigo líder no ranking foi uma revisão sistemática publicado na revista *Annals of Surgery* em 2005 com 588 citações, que trata sobre o uso de simuladores de realidade virtual em salas de cirurgia para treinamento. O segundo artigo mais citado (266 citações), foi publicado na revista *BMJ- British Medical Journal* em 2004 e trata de um artigo de discussão sobre a necessidade do fortalecimento entre a relação da prática clínica e da simulação no aprendizado e treinamento na área da saúde. Ambos os artigos também representam os mais citados na base de dados Scopus. E o terceiro artigo mais citado (217 citações), foi publicado na revista *Medical Education* em 2004 e trata de um artigo de discussão sobre a necessidade do fortalecimento entre a relação da prática clínica e da simulação no aprendizado e treinamento na área da saúde.

Tabela 4. Os 10 artigos mais citados sobre o uso da Realidade Virtual no ensino em cursos de saúde publicados entre 2004 e 2020.

Primeiro autor (n° total de autores)	Título (Ano de publicação)	Revista (FI*)	GCS	GCS por ano	N° de citações na Scopus
1. Gallagher, AG (8)	Virtual reality simulation for the operating room - Proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training (2005)	Annals of Surgery (10.130)	588	34,6	653
2. Larsen, CR (9)	Effect of virtual reality training on laparoscopic surgery: randomised controlled trial (2009)	British Medical Journal (30.313)	266	20,4	314
3. Kneebone RL (4)	Simulation and clinical practice: strengthening the relationship (2004)	Medical Education (4.570)	217	12	252
4. Nicholson DT (4)	Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model (2006)	Medical Education (4.570)	201	12,6	233
5. Hamstra SJ (5)	Reconsidering Fidelity in Simulation-Based Training (2014)	Academic Medicine (5.354)	179	22,4	199
6. Gurusamy KS (4)	Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery (2009)	Cochrane Database of Systematic Reviews (7.890)	192	14,7	196
7. Dawe SR (7)	Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training (2014)	British Journal of Surgery (5.676)	169	21,1	192
8. Zendejas B (4)	State of the Evidence on Simulation-Based Training for Laparoscopic Surgery A Systematic Review (2013)	Annals of Surgery (10.130)	167	18,5	180
9. Cohen J (20)	Multicenter, randomized, controlled trial of virtual-reality simulator training in acquisition of competency in colonoscopy (2006)	Gastrointestinal Endoscopy (6.890)	153	9,5	158
10. Aggarwal R (5)	A competency-based virtual reality training curriculum for the acquisition of laparoscopic psychomotor skill (2006)	American Journal of Surgery (2.125)	143	8,9	156

GCS (global citation score) = frequência de citações em toda a *Web of Science* até a data da coleta dos dados.

GCS por ano= global citation score / (2019 - ano de publicação)

O número de citações da base de dados Scopus foi obtido através do endereço <https://www.scopus.com>

* Fatores de impacto foram obtidos do Journal of Citation Reports com dados de 2019. Fonte: Autores.

3.2 Análise de co-ocorrência de palavras

Ao todo, foram identificadas 1507 palavras-chave diferentes associadas aos artigos selecionados, o limite mínimo de ocorrências foi 5, gerando um total de 84 palavras agrupados em 5 grupos (Tabela 5, Figura 3). As cinco palavras com o maior número de ocorrências e também o maior *total link strength* (TLS- indicador bibliométrico que mede a força total dos links de

4. Discussão

Este estudo bibliométrico teve como objetivo analisar o status atual e as tendências, entre 2004 e 2020, de publicações sobre o uso da realidade virtual como instrumento educativo em cursos na área da saúde usando a base de dados *Web of Science* e softwares analíticos. As descobertas forneceram informações sobre os desenvolvimentos recentes da pesquisa publicada nessa área, as colaborações globais de pesquisa, periódicos e autores mais ativos sobre o tema, as principais áreas de pesquisa bem como as áreas emergentes.

As análises da tendência de crescimento do número de artigos durante o período, a linguagem utilizada e os países com maior número de publicações trouxeram resultados já esperados. Embora uma grande parte dos 1705 artigos tenham se originado de autores de regiões de língua não inglesa, 96,9% dos artigos foram escritos em inglês. Ao analisar os países com o maior número de publicações nesse tema, vemos que países com alto potencial tecnológico como Estados Unidos, Inglaterra e Canadá são os que lideram o ranking (Tabela 1). Além disso, observou-se um aumento significativo no número de artigos publicados ao longo dos últimos 16 anos, com destaque para o ano de 2020, onde houve o maior número de publicações sobre o tema, possivelmente devido ao distanciamento social em virtude da pandemia do Sars-Cov-2 (Figura 1). No contexto da pandemia, foram implementadas em todo mundo, novas estratégias pedagógicas voltadas para o ensino remoto virtual através do uso de diversas tecnologias (Santos, Cordeiro, Schneider & Ceccon, 2020), o que pode explicar o alto número de artigos publicados sobre o uso da tecnologia da RV no ensino em saúde.

A maioria dos autores, instituições, países ou territórios que publicaram o maior número de artigos demonstram não apenas contribuições para o campo, mas também grau de influência nessa área de pesquisa. Dos 10 autores que mais contribuíram para o estudo nesse campo de pesquisa, 9 são da Europa, principalmente da Inglaterra. Mesmo os EUA e Canadá estando no top 3 dos países que mais publicaram, apenas 1 autor entre os 10 principais é da América do Norte (Tabela 3). Esse achado indica que os países europeus são as principais fontes de publicações de pesquisas nesse campo.

Através da análise dos indicadores bibliométricos utilizados, é possível observar que autores de grande impacto e relevância do meio científico e acadêmico, estudam sobre o uso da realidade virtual no ensino na saúde. Lord Darzi é especializado no campo da cirurgia minimamente invasiva e assistida por robôs, tendo sido pioneiro em muitas novas técnicas e tecnologias direcionadas a alcançar as melhores práticas cirúrgicas através da inovação em cirurgia e aprimoramento da segurança do paciente e da qualidade da assistência médica. Ele tem milhares de artigos na área de cirurgia publicados, e já ganhou diversos prêmios e títulos em reconhecimento da sua contribuição para a pesquisa em cirurgia (Imperial College London, 2020).

A identificação de periódicos com alta contagem de publicações e co-citação na área fornece informações importantes para os autores selecionarem periódicos de alta qualidade quando forem publicar artigos sobre o tema. Nesse estudo foi observado que a maioria dos artigos estão concentrados em poucas revistas. As 100 revistas no topo do ranking (que representa apenas 5,8% das 1705 revistas) concentram 920 ou 53,9% dos artigos, e quase um quarto dos artigos foram publicados em apenas 15 revistas. Essa descoberta sugere que as publicações não estão sendo amplamente distribuídas entre diferentes periódicos. No entanto, as 15 principais revistas (Tabela 2) podem ser consideradas como as principais fontes de disseminação de conhecimento sobre o tema, uma vez que elas possuem de fator de impacto alto na área, provando que revistas de qualidade estão interessadas em publicar sobre o tema, mostrando assim o impacto e relevância dos estudos nessa área.

Análise de visualização com o software VOSviewer foi usada para criar um mapa bidimensional da rede de co-citação das revistas com artigos publicados sobre o tema e que receberam no mínimo 30 co-citações. Seis grupos contendo 95 revistas foram gerados no VOSviewer. É possível visualizar que uma grande relação entre todos os grupos, e que a maior parte das revistas, com exceção daquelas focadas em medicina emergencial e medicina geral, estão relacionadas com a área da cirurgia em geral e com educação em saúde, reforçando ainda mais a importância dessa temática nessa área (Figura 2).

O artigo mais citado, foi uma revisão escrita por Gallagher et al (2005) e teve como objetivo identificar fatores importantes que poderiam afetar a implementação bem-sucedida do uso de RV em um programa de treinamento cirúrgico. Ele concluiu que a RV é uma ferramenta de treinamento que deve ser cuidadosamente introduzida em um currículo de treinamento cirúrgico para que ela melhore com sucesso as habilidades técnicas cirúrgicas. O segundo lugar no ranking foi um artigo do tipo original por Larsen et al (2009), que observou que as habilidades em cirurgia laparoscópica podem ser aumentadas de maneira clinicamente relevante usando um simulador de realidade virtual.

Dos 10 artigos mais citados (Tabela 4), quatro são sobre o uso da realidade virtual no procedimento de laparoscopia. A laparoscopia é uma técnica cirúrgica pouco invasiva e tornou-se, ao longo dos anos, primeira escolha na abordagem de patologias com indicação cirúrgica (Larsen et al, 2009), afim de diminuir a taxa de complicações comuns em operações abertas tradicionais (Crochet et al, 2011). No entanto está associada a um maior tempo cirúrgico e uma maior taxa de erros durante o processo de aprendizagem dos cirurgiões, uma vez que as habilidades técnicas necessárias para a cirurgia laparoscópica são diferentes daquelas para a cirurgia aberta tradicional, levando a uma curva de aprendizado prolongada (Aggarwal, Grantcharov, Moorthy, Hance, & Darzi, 2006; Aggarwal et al, 2007). Nesse cenário, os estudos mostram que o uso de simuladores de RV tem o potencial de oferecer vantagens importantes no treinamento e na aquisição de novas habilidades por parte dos residentes de cirurgia, potencializando o desempenho técnico-cirúrgico desses profissionais frente à laparoscopia (Larsen et al, 2009; Nagendran, Gurusamy, Aggarwal, Loizidou & Davidson, 2013) e outros procedimentos minimamente invasivos (Palter & Grantcharov, 2012) como a artroscopia (Cannon et al, 2014) e neurocirurgias (Lemole, Banerjee, Luciano, Neckrysh & Charbel, 2007).

O mapa da rede de co-ocorrência de palavras-chave (Figura 3) identificou os tópicos populares sobre o uso da realidade virtual na educação em saúde, e a visualização por sobreposição foi usada para identificar as áreas emergentes da pesquisa e os principais tópicos da pesquisa nos últimos anos. A visualização da rede de co-ocorrência pode ser usada não apenas para mostrar os padrões e tópicos importantes sobre o tema no passado, mas também pode ajudar a revelar áreas de pesquisa em potencial ou negligenciadas. A Figura 3 mostra que a realidade virtual é usada como ferramenta educacional principalmente no treinamento de operações e técnicas cirúrgicas.

Além disso, é possível observar que a partir de 2016, os tópicos de interesse no estudo sobre o uso da realidade virtual no ensino em saúde incluem principalmente o aprimoramento da performance em salas de cirurgia por residentes e estudantes de medicina em geral; a aquisição de habilidades técnicas em procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, como a laparoscopia e a artroscopia (principalmente, de joelho e ombro); e a validação do uso de simuladores de realidade virtual como método de treinamento. Além disso, a maior ocorrência dos termos “*patient*” e “*patient safety*”, a partir de 2017, pode indicar que uma das metas do uso da ferramenta da realidade virtual para ensino na área da saúde é de melhorar a eficiência no cuidado com o paciente e aumentar sua segurança através da diminuição de erros por parte de profissionais recém-formados ou ainda estudantes. O que pode ser observado em estudos mostrando que a RV e outras simulações reduzem o tempo e o erro operatório aumentando a confiança e diminuem o número de movimentos do cirurgião (Aggarwal et al, 2006; Park et al, 2007; Bernardo, 2017).

As limitações desse estudo incluem o fato de que os dados foram recuperados a partir de apenas uma única base de dados, a *Web of Science Core Collection*. Além disso, uma limitação dos estudos bibliométricos é que eles só podem ser conduzidos em publicações de periódicos citados e indexados, e não incluem estudos ou publicações não publicados em periódicos não indexados, dissertações, livros ou relatórios e documentos governamentais (Haddaway, Collins, Coughlin & Kirk, 2015). Nesse tipo de estudo também existe o potencial para um risco de viés pelo fato de publicações mais antigas terem tido mais tempo para acumular mais citações, o que pode afetar as taxas de citação (MacRoberts & MacRoberts, 1986).

5. Considerações Finais

A partir da análise dos resultados, é possível concluir que a realidade virtual pode ser considerada uma ferramenta importante na formação e treinamento de novos profissionais da saúde. Sendo o diferencial desta tecnologia, no contexto de treinamento em saúde, o oferecimento de um ambiente o mais semelhante possível a um cenário da vida real, o que permite a aquisição de conhecimento e habilidades em diversas áreas de forma prática, segura e eficiente. Também foi possível observar que, juntamente com uma mudança na ênfase na segurança do paciente, e no desenvolvimento de novas tecnologias, tem havido uma pressão crescente para incluir a RV e outras formas de simulação como ferramentas de ensino para residentes, principalmente da área de cirurgia, além da abordagem tradicional sobre pacientes e treinamento em cadáveres. Resultados positivos no aumento da performance dos alunos já foram identificados por vários estudos.

Além disso, foi possível identificar que em 2020, houve um aumento significativo no número de publicações sobre esse tema, possivelmente devido à pandemia do vírus *SARS-CoV-2* e a consequente necessidade da implementação de novas abordagens metodológicas no ensino em saúde. A partir disso, espera-se que a utilização da RV como ferramenta educacional para o ensino na área da saúde se intensifique ainda mais, principalmente nesse contexto de ensino remoto junto com tendência, cada vez maior, de se utilizar ferramentas tecnológicas para garantir um ensino de qualidade.

Referências

- Aggarwal, R., Grantcharov, T. P., Eriksen, J. R., Dorthe, B., Viggo B. Kristian, M. D., et al. (2006). An evidence-based virtual reality training program for novice laparoscopic surgeons. *Ann Surg.* 244(2):310–314. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000218094.92650.44>
- Aggarwal, R., Grantcharov, T., Moorthy, K., Hance, J. & Darzi, A. (2006). A competency-based virtual reality training curriculum for the acquisition of laparoscopic psychomotor skill. *Ame jour of surg.* 191. 128-33. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2005.10.014>.
- Aggarwal, R., Ward, J., Balasundaram, I., Sains, P., Athanasiou, T. & Darzi, A. (2007). Proving the Effectiveness of Virtual Reality Simulation for Training in Laparoscopic Surgery. *Ann Surg.* 246. 771-9. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3180f61b09>.
- Azer, S. A. (2015). The top-cited articles in medical education: a bibliometric analysis. *Acad Med.* 90(8):1147-61. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000780>.
- Bernardo, A. (2017). Virtual Reality and Simulation in Neurosurgical Training. *World Neurosurg.* 106:1015-1029. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.140>
- Burt, D. E. (1995) Virtual reality in anaesthesia. *Br J Anaesth.* 75(4):472-80. <https://doi.org/10.1093/bja/75.4.472>.
- Calatayud, D., Arora, S., Aggarwal, R., Kruglikova, I., Schulze, S., et al. (2010). Warm-up in a Virtual Reality Environment Improves Performance in the Operating room. *Ann Surg.* 251(6):1181-5. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181deb630>
- Cannon, W. D., Garrett, W. E., Hunter, R. E., Sweeney, H. J., Eckhoff, D. G., et al. Improving Residency Training in Arthroscopic Knee Surgery with Use of a Virtual-Reality Simulator A Randomized Blinded Study. *J Bone Joint Surg Am.* 96(21):1798-806. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.00058>.
- Cohen, J., Cohen, S. A., Vora, K.C., Xue, X., Burdick, J.S., et al (2006). Multicenter, randomized, controlled trial of virtual-reality simulator training in acquisition of competency in colonoscopy. *Gastrointest Endosc.* 64(3):361-8. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2005.11.062>.
- Crochet, P., Aggarwal, R., Dubb, S., Ziprin, P., Rajaretnam, N., et al. (2011). Deliberate Practice on a Virtual Reality Laparoscopic Simulator Enhances the Quality of Surgical Technical Skills. *Ann Surg.* 253. 1216-22. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182197016>.
- Dawe, S. R., Pena, G. N., Windsor, J. A., Broeders, J. A., Cregan, P. C., Hewett, P. J. & Maddern, G. J. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. (2014). *Br J Surg.* 101(9):1063-76. <https://doi.org/10.1002/bjs.9482>.
- Fahimnia, B., Sarkis, J & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics.* 162, 101-114. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>
- Fletcher, C., Ritchie, J. M. & Lim, T. (2011). Virtual machining and expert knowledge capture. In: Digital Engagement '11, November 15–17, Newcastle, UK. p 15–17
- Fu, H. Z., Wang, M. H. & Ho, Y. S. (2012). The most frequently cited adsorption research articles in the Science Citation Index (Expanded). *J Colloid Interf Sci.* 379:148–156. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2012.04.051>
- Garfield, E., Paris, S. W. & Stock, W. G. (2006). HistCite™: A software tool for informetric analysis of citation linkage. *Information-Wissenschaft und Praxis.* 57. 391-400.
- Gallagher, A. G., Ritter, E. M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M. P., et al (2005). Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg.* 241(2):364-72. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000151982.85062.80>.

- Goodyear, P. & Retalis, S. (2010). *Technology-Enhanced Learning: Design Patterns and Pattern Languages*. Sense Publishers.
- Gurusamy, K. S., Aggarwal, R. & Palanivelu, L. (2009). Davidson, B. R. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 21, (1):CD006575. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006575.pub2>. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2013, 8:CD006575.
- Haddaway, N. R., Collins, A. M., Coughlin, D. & Kirk, S. (2015). The role of Google Scholar in evidence reviews and its applicability to grey literature searching. *PLoS One*. 10(9): e0138237. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138237>
- Hamstra, S. J., Brydges, R., Hatala, R., Zendejas, B. & Cook, D.A. (2014). Reconsidering fidelity in simulation-based training. *Acad Med*. 89(3):387-92. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000130>.
- Imperial College London (2020). *Professor the Lord Darzi of Denham pc kbe frs fmedsci honfren*. <https://www.imperial.ac.uk/people/a.darzi>
- Khot, Z., Quinlan, K., Norman, G. R. & Wainman, B. (2013). The relative effectiveness of computer-based and traditional resources for education in anatomy. *Anat Sci Educ*. 6(4):211-5. <https://doi.org/10.1002/ase.1355>.
- Kim, G. (2005). *Designing Virtual Reality Systems, The Structured Approach*. London: Springer-Verlag London Limited.
- Kneebone, R. L., Scott, W., Darzi, A. & Horrocks, M. (2004). Simulation and clinical practice: strengthening the relationship. *Med Educ*. 38(10):1095-102. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01959.x>.
- Kim, S., Heo, R., Chung, Y., Park, S., Kim, J. M., Kwon, M. P., et al. (2021). Development of virtual reality visualization model (VRVM) with relative spatio-temporality for visual contents in molecular toxicology education. *Mol. Cell. Toxicol*. 17, 79–88. <https://doi.org/10.1007/s13273-020-00112-7>
- Larsen, C., Sorensen, J., Grantcharov, T., Dalsgaard, T., Schouenborg, L., et al. (2009). Effect of virtual reality training on laparoscopic surgery: Randomised controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*. 338. b1802. <https://doi.org/10.1136/bmj.b1802>.
- LeBlanc, V. R., Urbankova, A., Hadavi, F. & Lichtenthal, R. M. (2004). A preliminary study in using virtual reality to train dental students. *J Dent Educ*. 68(3):378-83. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2004.68.3.tb03754.x>
- Lemole, G. M., Banerjee, P. P., Luciano, C., Neckrysh, S. & Charbel, F. T. (2007). Virtual reality in neurosurgical education: Part-task ventriculostomy simulation with dynamic visual and haptic feedback. *Neurosurgery*. 61(1):142-8, discussion 148-9. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000279734.22931.21>.
- Mantovani, F., Castelnovo, G., Gaggioli, A. & Riva, G. (2003). Virtual reality training for health-care professionals. *Cyber psychol Behav*. 6(4):389-395. <https://doi.org/10.1089/109493103322278772>.
- MacRoberts, M. H. & MacRoberts, B. R. (1986). Quantitative measures of communication in science: A study of the formal level. *Soc Stud Sci*. 16(1): 151-72. <https://doi.org/10.1177/030631286016001008>
- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R. & Scalese, R. J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research:2003-2009. *Med Educ*. 44(1):50-63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x>
- Muller, M., Gloor, B., Candinas, D. & Malinka, T. (2016). The 100 most-cited articles in visceral surgery: A systematic review. *Digest Surg*. 33(6): 509-19. <https://doi.org/10.1159/000446930>
- Nagendran, M., Gurusamy, K. S., Aggarwal, R., Loizidou, M. & Davidson, B. R. (2013). Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 27, 2013(8):CD006575. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006575.pub3>
- Nicholson, D. T., Chalk, C., Funnell, W. R. & Daniel, S. J. (2006). Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model. *Med Educ*. 40(11):1081-7. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02611.x>
- Palter, V. N. & Grantcharov, T. P. (2012). Development and Validation of a Comprehensive Curriculum to Teach an Advanced Minimally Invasive Procedure A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 256 (1): 25-32. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318258f5aa>.
- Park, J., Macrae, H., Musselman, L. J., Rossos, P., Hamstra, S. J., et al. (2007). Randomized controlled trial, of virtual reality simulator training: transfer to live patients *Am J Surg*. 194(2):205-11. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2006.11.032>.
- Pendlebury, D. A. (2008). *Using Bibliometrics: A Guide to Evaluating Research Performance with Citation Data (White Paper)*. Research Department, Thomson Reuters: USA. https://lib.guides.umd.edu/ld.php?content_id=13278687
- Petersson, H., Sinkvist, D., Wang, C. & Smedby, O. (2009). Web-based interactive 3D visualization as a tool for improved anatomy learning. *Anat Sci Educ*. 2(2):61-8. <https://doi.org/10.1002/ase.76>.
- Santos, B. M., Cordeiro, M. E. C., Schneider, I. J. C. & Ceccon, R. F. (2020). Educação Médica durante a Pandemia da Covid-19: uma Revisão de Escopo. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 44(1), e139. <https://doi.org/10.1590/1981-5271v44.supl.1-20200383>
- Shuaib, W., Acevedo, J. N., Khan, M.S., Santiago, L. J. & Gaeta, T. J. (2015). The top 100 cited articles published in emergency medicine journals. *Am J Emerg Med*. 33(8): 1066-71. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2015.04.047>.
- Shih, T., & Davis, R. (1997). IMMPS: A Multimedia Presentation Design System. *IEEE Multim.*, 4, 67-78.
- Van, E., Nees, J. & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 84. 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.
- Walsh, C., Lydon, S., Byrne, D., Madden, C., Fox, S. & O'Connor, P. (2018). The 100 Most Cited Articles on Healthcare Simulation: A Bibliometric Review. *Simulation in Healthcare*, 13 (3):211-220, <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000293>

Zendejas, B., Brydges, R., Hamstra, S. J. & Cook, D. A. (2013). State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: a systematic review. *Ann Surg.* 257(4):586-93. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318288c40b>.