

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” (UNESP)
INSTITUTO DE QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICO-QUÍMICA E INORGÂNICA

Melany Isabel Garcia Nicholson

**USOS E TENDÊNCIAS DO *DESIGN-BASED RESEARCH* PARA AS ÁREAS DE
EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

ARARAQUARA

2021

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

Instituto de Química

Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica

MELANY ISABEL GARCIA NICHOLSON

**Usos e Tendências do *Design-Based Research* para as Áreas de Educação e
Ensino de Ciências: uma Revisão Sistemática**

Monografia apresentada ao Instituto de
Química, da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
Licenciada em Química.

Orientador: Professor Dr. Amadeu Moura Bego

Coorientadora: Professora Dra. Luciana Cividatti

Araraquara

2021

MELANY ISABEL GARCIA NICHOLSON

Usos e Tendências do *Design-Based Research* para as Áreas de Educação e Ensino de Ciências: uma Revisão Sistemática

Monografia apresentada ao Instituto de Química, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciada em Química.

Araraquara, 04 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA



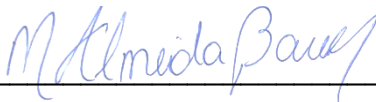
Professor Dr. Amadeu Moura Bego

Instituto de Química – UNESP, Araraquara



Ms. Tarso Bortolucci Ferrari

Instituto de Química – UNESP, Araraquara



Ms. Matheus Almeida Bauer Zytkeuwisz

Instituto de Química – UNESP, Araraquara

DADOS CURRICULARES

Melany Isabel Garcia Nicholson

DADOS PESSOAIS

Nascimento: 05/07/1995

Nacionalidade: Brasileira

Naturalidade: Araraquara – SP

FORMAÇÃO ACADÊMICA/ TITULAÇÃO

2013-2016 Bacharelado em Química.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Instituto de Química, Campus de Araraquara.

Trabalho de Conclusão de Curso: Química Computacional: Um Estudo Multidisciplinar Dentro das Subáreas da Química Através do Modelo de Hartree-Fock.

Orientador: Professor Dr. Gustavo Troiano Feliciano.

2017-2019 Mestrado em Química.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Instituto de Química, Campus de Araraquara.

Dissertação: Estudo Teórico de Propriedades Estruturais, Eletrônicas e Redox de Monocamadas Eletroativas.

Orientador: Professor Dr. Gustavo Troiano Feliciano.

Coorientador: Professor Dr. Paulo Roberto Bueno.

2017-2021 Licenciatura em Química.

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Instituto de Química, Campus de Araraquara.

Trabalho de Conclusão de Curso: Usos e Tendências do *Design-Based Research* para as Áreas de Educação e Ensino de Ciências: uma Revisão Sistemática

Orientador: Professor Dr. Amadeu Mora Bego.

Coorientadora: Professora Dra. Luciana Cividatti.

PRÊMIOS E TÍTULOS

2016 Prêmio Lavoisier, Conselho Regional de Química – IV Região.

ARTIGOS COMPLETOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

1. LEHR, J.; WEEKS, J. R.; SANTOS, A.; FELICIANO, G. T.; NICHOLSON, M. I. G. DAVIS, J. J.; BUENO, P. R. Mapping The Ionic Fingerprints Of Molecular Monolayers. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 19, p. 15098-15109, 2017.
2. MASSI, L.; MORRIS, C. A. A.; PIZA, C. T.; PRIMO, C. M.; DA CRUZ, E. M.; FACIROLI, E. M. S.; DE CARVALHO, F. F.; PEDROSO, J. V. C.; NICHOLSON, M. I. G.; FERREIRA, T. L. Propostas de Ensino de Química Focadas nas Questões Étnico-Raciais: uma Experiência na Licenciatura e Seus Desdobramentos para o Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 208-215, 2020.
3. NICHOLSON, M. I. G.; BUENO, P. R.; FELICIANO, G. T. Ab Initio QM/MM Simulation of Ferrocene Homogeneous Electron-Transfer Reaction. **Journal of Physical Chemistry A**, v. 125, n. 1, p. 25-33, 2021.

TRABALHOS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS

1. NICHOLSON, M. I. G.; BUENO, P. R.; FELICIANO, G. T.; SANTOS, A. **Estudo da Propriedade Anti-Incrustante de Monocamadas Auto Organizadas por Microbalança à Cristal de Quartzo e Dinâmica Molecular**. In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2016, Goiânia – GO.

2. NICHOLSON, M. I. G.; FELICIANO, G. T. **The Hartree-Fock Method as a Tool for Learning Chemistry**. In: 46th World Chemistry Congress, 40^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química e IUPAC 49th General Assembly, 2017, São Paulo – SP.

PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS

1. **43^a Semana da Química (UNESP – Instituto de Química, Araraquara – SP)**, 2013.

2. **45^a Semana da Química (UNESP – Instituto de Química, Araraquara – SP)**, 2015.

3. **39^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2016. Estudo da Propriedade Anti-Incrustante de Monocamadas Auto Organizadas por Microbalança à Cristal de Quartz e Dinâmica Molecular.

4. **46th World Chemistry Congress, 40^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química e IUPAC 49th General Assembly**, 2017. The Hartree-Fock Method as a Tool for Learning Chemistry.

5. **IV Escola de Brasileira de Modelagem Molecular (IV EBMM)**, 2017. Estudo da Característica Anti-Incrustante da Monocamada de Polietileno Glicol.

6. **48^a Semana da Química (UNESP – Instituto de Química, Araraquara – SP)**, 2018.

ORGANIZAÇÃO DE EVENTO

1. **46^a Semana da Química e 1^a Semana da Engenharia Química (UNESP – Instituto de Química, Araraquara – SP)**, 2016.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES

1. **Estágio-Docência**. Disciplina: FQ31245 - Físico-Química Experimental, Engenharia Química. Supervisão: Professor Dr. Denis Ricardo Martins de Godoi, 2018.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida, pela maravilhosa salvação em Jesus Cristo e por ter me dado a oportunidade de fazer uma 2ª graduação, o curso de Licenciatura em Química, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) no Instituto de Química - Araraquara.

Em segundo lugar agradeço à minha família, por estar sempre ao meu lado e por me ajudar nos momentos difíceis. Agradeço, em especial, aos meus pais David e Liliane (*in memorium*) pelo cuidado e amor incondicionais demonstrados ao longo de todos esses anos. À minha amada irmã Lianelle, pela companhia de uma vida e por todos os momentos inesquecíveis que vivemos juntas. Aos meus queridos avós Sr. Graeme, D^{na} Joana, Sr. Matheus e D^{na} Ayve, todos agora velhinhos e com cabelos branquinhos, mas que sempre me deram muito amor e comidinhas gostosas, além de compartilhar risadas e vários passeios. Também agradeço aos meus tios Matheus, Tânia, Carolina e Marcos e meus primos Aline, Lucas, Benjamin e Oliver pelos momentos maravilhosos que passamos juntos.

Em terceiro lugar agradeço aos amigos que fiz durante os anos na UNESP, ao lado dos quais pude passar momentos incríveis. Agradeço em especial a Raul Natale Júnior, Noelle Cruz Faustino dos Santos e Martin Schwellberger Barbosa pela amizade e por todas as noites de *boardgames* e jogos. Sou grata, ainda, aos colegas de sala Paloma Bueno de Moraes, Joana Souza Galavotti, Thais Pezza, Daniel Arisa Moraes, Tais Ribeiro, Giovana Silva e Gabriella Hernandez.

Em quarto lugar agradeço ao meu orientador Professor Dr. Amadeu Mora Bego e a minha coorientadora Professora Dra. Luciana Cividatti, assim como faço menção de dois outros excelentes professores com os quais tive o prazer de ter aula durante a Licenciatura e que me marcaram por seus ensinamentos e personalidades únicas, Professora Dra. Luciana Massi e Professor Dr. Michel Carnio.

Agradeço também ao Instituto de Química – UNESP – Araraquara pela infraestrutura oferecida que possibilitou a conclusão deste trabalho.

“Quem, ó Deus, é semelhante a ti, que perdoas a iniquidade e te esqueces da transgressão do restante da tua herança? O Senhor não retém a sua ira para sempre, porque tem prazer na misericórdia. Tornará a ter compaixão de nós; pisará aos pés as nossas iniquidades e lançará todos os nossos pecados nas profundezas do mar” (Bíblia Sagrada, Miquéias 7:18-19)

Resumo

O *Design-Based Research* (DBR) pode ser considerado como uma das evoluções mais excitantes que ocorreram durante a evolução das metodologias de pesquisa de nosso tempo porque existe uma relação íntima entre o planejamento da pesquisa, a pesquisa e os dados e os conhecimentos obtidos. Através desta relação, o planejamento pode ser repensado e a pesquisa melhorada para que os erros, falhas ou resultados que não foram conclusivos sejam minimizados durante o próximo ciclo de aplicação. Dessa forma, os resultados obtidos ao final do estudo se mostram mais significativos e os conhecimentos práticos e teóricos, mais profundos. O DBR tem sua origem traçada de volta aos anos 1960, quando a área do *design* passou por uma grande revolução. O *design* passou a ser considerado como uma ciência interdisciplinar e isso deu origem ao *Interdisciplinary Design Research* (IDR) e, mais recentemente, ao *Design-Based Research* (DBR). Embora o DBR tenha começado a ser usado na educação nos anos 1980, muitos pesquisadores atribuem seu princípio às pesquisas realizadas por Ann Brown e Allan Collins, no início dos anos 1990. Apenas em 2003, um grupo de cientistas sugeriu que o termo “Design-Based Research” fosse utilizado como padrão, para evitar possíveis confusões com outras metodologias experimentais de ensino. Este trabalho teve dois objetivos: realizar uma revisão sistemática, entre os anos de 2003 e 2019, usando a base de dados da *Web of Science*, sobre como o *Design-Based Research* tem sido aplicado no contexto de Ensino de Ciências e selecionar os 10 artigos mais citados e analisá-los comparativamente entre si a partir das 7 características gerais do DBR. Os resultados obtidos permitiram inferir que existem poucas tendências em termos de usos do DBR, pois o tipo de público varia, assim como a quantidade de participantes, a finalidade das pesquisas, o tempo gasto com cada pesquisa e a quantidade de ciclos realizados. No entanto, das 7 características gerais do DBR (o *design* de pesquisa deve evoluir com o tempo; deve ser situado num contexto e espaço definido; deve ocorrer de maneira iterativa; deve ser colaborativa; deve contribuir no aperfeiçoamento das teorias da educação; deve se mostrar prática; e deve ser produtiva), a maioria dos trabalhos analisados apresentou 5 das 7 características sendo que as mais problemáticas foram as características 2 (contexto e espaço definido) e 5 (contribuir no aperfeiçoamento das teorias da educação). Quanto à questão da colocação dos artigos em termos de citações ou relevância, não foi possível traçar uma relação em termos da colocação dos artigos segundo a revisão ou segundo a relevância, pois não há como dizer, com certeza, porque um artigo foi citado e não o outro.

Palavras-chave: *Design-Based Research*. Educação. Ensino de Ciências.

Abstract

Design-Based Research (DBR) can be considered as one of the most exciting developments that occurred during the evolution of research methodologies in our time because there is an intimate relationship between research planning, research and the data and knowledge obtained. Through this relationship, planning can be rethought and research improved so that errors, failures or results that were not conclusive are minimized during the next application cycle. Thus, the results obtained at the end of the study are more significant and the practical and theoretical knowledge more profound. DBR traces its origins back to the 1960s, when the design area underwent a major revolution. Design came to be considered as an interdisciplinary science and this gave rise to the Interdisciplinary Design Research (IDR) and, more recently, to the Design-Based Research (DBR). Although DBR began to be used in education in the 1980s, many researchers attribute its beginning to research carried out by Ann Brown and Allan Collins in the early 1990s. Only in 2003, a group of scientists suggested that the term “Design-Based Research” were used as a standard to avoid possible confusion with other experimental teaching methodologies. This work had two objectives: to carry out a systematic review, between the years of 2003 and 2019, using the Web of Science database, on how Design-Based Research has been applied in the context of Science Education and to select the 10 most cited articles and to analyze them comparatively among themselves using the 7 general characteristics of the DBR methodology. The results obtained allowed us to infer that there are few trends in terms of uses of DBR because the type of audience varies as well as the number of participants, the purpose of the surveys, the time spent on each survey and the number of cycles performed. However, out of the 7 general characteristics of DBR (research design must evolve over time; it must be situated in a defined context and space; it must occur in an iterative way; it must be collaborative; it must contribute to the improvement of education theories; it must be practical; and it must be productive), most of the studies analyzed presented 5 of the 7 characteristics, where the most problematic of those were characteristics 2 (context and defined space) and 5 (contributing to the improvement of education theories). As for the question of placing the articles in order in terms of citations or relevance, it was not possible to draw a relationship in terms of the placement of the articles according to the review or according to relevance because there is no way to say, for sure, why an article was cited and not the other.

Keywords: *Design-Based Research*. Education. Science Teaching.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Quantidade de publicações por ano de publicação.....	41
Figura 2 – Revistas nas quais os trabalhos de interesse foram publicados.	43

Lista de Quadros

Quadro 1 – Artigos selecionados em ordem de quantidade de citações.....	24
Quadro 2 – Síntese do artigo 1.	26
Quadro 3 – Síntese do artigo 2.	28
Quadro 4 – Síntese do artigo 3.	29
Quadro 5 – Síntese do artigo 4.	30
Quadro 6 – Síntese do artigo 5.	32
Quadro 7 – Síntese do artigo 6.	34
Quadro 8 – Síntese do artigo 7.	35
Quadro 9 – Síntese do artigo 8.	36
Quadro 10 – Síntese do artigo 9.	38
Quadro 11 – Síntese do artigo 10.	39
Quadro 12 – Relevância dos artigos mais citados.	42
Quadro 13 – Resumo da presença ou ausência das 7 características gerais do DBR. .	49

Sumário

Apresentação.....	14
1. Introdução	16
2. Objetivos.....	21
3. Procedimentos Metodológicos	22
4. Resultados e Discussão.....	24
4.1. Características Gerais dos Artigos Seleccionados	24
4.2. Análises Preliminares.....	41
4.3. Análise das 7 Características Gerais do DBR	46
5. Conclusão	51
Referências.....	53

Apresentação

Eu sou Melany Isabel Garcia Nicholson, 25 anos, filha de David Graeme Nicholson e Liliane Nunes Garcia Nicholson. Nascida e criada na cidade de Araraquara, estado de São Paulo. Tanto meu pai como minha mãe são professores de inglês, assim como meus avós paternos.

Eu estudei numa instituição particular, da Educação Infantil até o Ensino Médio, e sempre fui uma boa aluna que gostava das matérias e dos professores. A partir dos 13 anos desenvolvi uma amizade maior com minhas professoras e costumava conversar com elas nos intervalos. Com 14, comecei a fazer Kumon de Matemática porque eu gostava muito e queria aprender mais.

Tive aulas de laboratório de Ciências desde o Ensino Fundamental II, mas, foi durante o colegial que elas começaram a me encantar. No 1º ano do colegial, a professora de Química ministrou várias práticas básicas de Química, algumas das quais repeti no 1º ano da faculdade, em Química Geral. Ela também nos ensinou a fazer relatórios com normas parecidas com as da ABNT, aprendizado que me ajudou muito em anos posteriores, durante a faculdade.

O meu professor de Física também era muito bom. Ele era carismático, dava aula muito bem, resolvia exercícios, tinha muita paciência e ainda por cima montava uns “projetos temáticos” muito, mas muito bacanas.

Quanto ao vestibular, prestei o ENEM visando entrar no curso de Estatística da UFSCar, a VUNESP para o Bacharelado em Química da UNESP e a FUVEST para Física da USP. Como eu passei nas três, eu tinha que fazer uma escolha. Optei pelo Bacharelado em Química na UNESP Araraquara por dois motivos: primeiro porque meus pais não queriam/ não podiam arcar com o custo de eu morar em outra cidade e segundo pelo fato de eu ser muito nova.

Em 2013, eu comecei a cursar o Bacharelado em Química. Fiz o curso em 4 anos, durante os quais percebi que amava Química e Matemática e não gostava tanto assim de Física. Colei grau no começo de 2017, sendo premiada com o prêmio Lavoisier de melhor aluna da minha turma.

Em 2016, fui para o meu primeiro evento em Química, a 39ª RASBQ que ocorreu em Goiânia. Ali, participei de um workshop em Ensino de Química. Pela primeira vez entendi que a pesquisa em Educação/ Ensino em Química não era “balela”. Fiquei impressionada com os trabalhos apresentados e entendi a importância que um curso de licenciatura tem para quem quer ser professor e/ou fazer pesquisa numa dessas duas áreas. Ou seja, esse evento foi a faísca inicial que me fez prestar a VUNESP de novo, dessa vez para o curso de Licenciatura em Química, na UNESP Araraquara.

Em 2017, comecei a cursar a Licenciatura em Química e também meu mestrado. De maneira geral, eu gostei muito das disciplinas da Licenciatura, especialmente das disciplinas de “História e Filosofia da Ciência e do Ensino de Ciências”, “Currículo, Linguagens e Avaliação no Ensino de Química”, “Didática das Ciências”, “Introdução à Pesquisa em Educação em Ciências” e “Instrumentação para o Ensino de Química”. Nelas, pude aprender muitas coisas das quais eu só tinha noções de senso comum, fato que me abriu os olhos para muitas peculiaridades da carreira docente. Quanto ao mestrado, encontrei muitas dificuldades durante o caminho, mas consegui concluí-lo em agosto de 2019.

Em 2020, em meio à pandemia do coronavírus, minha mãe veio a falecer devido a uma cirurgia mal sucedida para retirada de um câncer de pâncreas, o que certamente deixou toda a minha família abalada. Além disso, as aulas do Instituto de Química foram retomadas somente em julho, de forma remota, atrasando o calendário escolar. Por esse motivo estou terminando a Licenciatura em Química no começo de 2021 e, para concluí-la, apresento, a seguir, meu Trabalho de Conclusão de Curso.

1. Introdução

Segundo Christensen e West (2018), a metodologia do *Design-Based Research* (DBR) é uma das evoluções mais excitantes que ocorreram durante o desenvolvimento das metodologias de pesquisa de nosso tempo porque há uma relação íntima entre o planejamento da pesquisa e os dados e conhecimentos obtidos através dela. Isso permite que o planejamento seja melhorado a cada ciclo concluído, ou seja, o planejamento é revisitado a partir dos dados obtidos através da pesquisa para que os erros, falhas ou resultados que não foram conclusivos sejam minimizados no segundo ciclo de aplicação e assim por diante. Dessa forma, os resultados obtidos ao final do estudo se mostram mais significativos e os conhecimentos práticos e teóricos, mais profundos.

Para melhor entender a origem do DBR é necessário voltar aos anos 1960, período no qual a área do *design* passou por uma grande revolução. Nessa época, o *design* deixou de ser considerado como uma mera prática para ser entendido como uma disciplina séria com teoria, metodologia e pesquisa. John Chris Jones, Bruce Archer e Herbert Simon foram os primeiros a mudar a visão de “pesquisa para o *design*” para uma visão de “*design* para a pesquisa”. A primeira, tinha como finalidade a produção e desenvolvimento de novos produtos, enquanto a segunda almejava explorar o processo do *design* (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

Ainda de acordo com Christensen e West (2018), com o passar dos anos, essa visão de “*design* para a pesquisa”, inspirada pelos trabalhos de Herbert Simon, fez com que o *design* se transformasse em uma ciência cuja pesquisa se tornou interdisciplinar, devido às contribuições das áreas da engenharia, *design* e tecnologia. Isso deu origem ao que a literatura chama de *Interdisciplinary Design Research* (IDR) e, em anos mais recentes, ao *Design-Based Research* (DBR).

Os primeiros registros da utilização do DBR na educação ocorreram nos anos 1980, inspirados nos trabalhos de Herbert Simon. No entanto, muitos pesquisadores atribuem o começo do DBR às pesquisas realizadas por Ann Brown e Allan Collins, no início dos anos 1990 (CHRISTENSEN; WEST, 2018). A pesquisa de ambos definiu importantes características dessa metodologia, pois focavam no desenvolvimento de pesquisas em

ambientes autênticos, usavam muitas aproximações de pesquisa e práticas da ciência do *design* (BROWN, 1992; COLLINS, 1992).

Embora a metodologia do DBR pareça fácil de ser aplicada, ela ainda permanece muito indefinida. Desde os anos 1980 até os dias atuais, ela apresenta três problemas: 1º) ela não é clara quanto à terminologia e seu significado; 2º) há falta de definição de como aplicá-la adequadamente e/ou muitas concepções e propostas de como aplicar essa metodologia; 3º) existem diferentes demandas, áreas de uso e papéis de atuação dos pesquisadores dentro desta metodologia. Desses problemas, apenas o primeiro parece ter sido efetivamente solucionado. A seguir, cada um destes três problemas é abordado em maior profundidade (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

Quanto à falta de clareza dos termos usados para se referir a essa metodologia, Brown (1992) e Collins (1992) usavam o termo *design experiments*, enquanto outros usavam termos como *design research*, *design-based research*, *formative research*, *development research*, *developmental research* e *design-based implementation research* (CHRISTENSEN; WEST, 2018). Parte do motivo dessa diversidade se deve à divisão das pesquisas da área da educação em subáreas como currículo, aprendizagem, formação de professores, etc. Só em 2003, um grupo de cientistas sugeriu que o termo “*Design-Based Research*” fosse utilizado como padrão, para evitar possíveis confusões com outras metodologias experimentais de ensino (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003).

Quanto à falta de definição da metodologia e como aplicá-la efetivamente, van der Akker (1999) defende que o objetivo principal do DBR é desenvolver princípios de *design* e métodos baseados em teoria que sejam validados através da pesquisa e que ofereçam contribuições palpáveis para a prática docente. No entanto, há muita diversidade de definições e propostas para aplicar o DBR na pesquisa. A seguir, são apresentadas as duas concepções que são consideradas como a base do DBR, que são as concepções de Collins e Brown (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

A concepção de Collins (1990; 1992) se baseia na importância de um *design* autêntico, dependente do contexto da escola e/ou sala de aula, ou seja, o *design* é influenciado por professores, alunos, pesquisadores, currículo e tecnologias disponíveis. Segundo ele, a proposta de intervenção deveria ser aplicada em uma variedade de grupos, incluindo um grupo controle, para quantificar o quanto a intervenção foi positiva

ou não e, a partir deste ponto, propor mudanças e melhorias. Sua concepção também valoriza que essas intervenções sejam feitas por um time de pesquisadores de várias áreas, como professores, *designers*, psicólogos, etc. No entanto, embora tenha muitos pontos positivos, a concepção de Collins foca muito mais no desenvolvimento do *design* do que na pesquisa, ou seja, o autor não propõe iterações ou contribuições às teorias de ensino (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

Em termos da proposta para que o DBR seja aplicado na pesquisa, Collins (1990; 1992) sugere uma sequência de 10 passos que podem ser resumidos em: 1) identificar uma necessidade; 2) avaliar possíveis soluções; 3) observar o contexto no qual a solução será aplicada; 4) selecionar o contexto específico no qual a solução será desenvolvida; 5) fazer o *design* da intervenção; 6) aplicar a intervenção com metade da amostra; 7) aplicar a nova intervenção desenvolvida com a outra metade da amostra; 8) comparar os resultados; 9) fazer ajustes e reimplementar o *design* proposto; 10) se reunir, periodicamente, com o restante do grupo de pesquisa para discutir pontos específicos da proposta de intervenção com a finalidade de evitar o viés e melhorar o *design* de pesquisa.

A concepção proposta por Brown (1992) é baseada em 5 características principais, algumas já mencionadas na concepção de Collins. Elas são: 1) o *design* deve ser autêntico; 2) deve depender do contexto da escola e/ou sala de aula; 3) deve incluir múltiplos ciclos de teste, revisão e reaplicação; 4) o processo de pesquisa deve avaliar a qualidade do processo de *design*, assim como a proposta em si quanto aos seus ganhos e efetividade; 5) deve produzir contribuições para as teorias educacionais vigentes. No entanto, Brown não define, de maneira mais explícita, como o pesquisador ou grupo de pesquisadores deve realizar a pesquisa (elementos mínimos, quantidade de iterações, quantidade de pessoas, etc.), assim como não proporciona detalhes a respeito de como avaliar se o *design* está sendo efetivo ou não. No entanto, na sua concepção, há valorização das populações minoritárias e incentivo ao uso do DBR para ensinar conhecimentos científicos em escolas de periferia (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

Brown (1992) sugere que a metodologia do DBR seja implementada mediante 5 passos que podem ser resumidos em: 1) o pesquisador deve selecionar a base teórica que irá usar para propor sua intervenção; 2) o *design* deve ser testado em “laboratório”, ou seja, antes de uma aplicação com muitos alunos a intervenção deve ser testada com

grupos menores; 3) o *design* deve ser aplicado no contexto escolhido, ou seja, a aplicação da intervenção deve ocorrer para mais alunos e/ou mais classes; 4) testes iterativos e refinamento da intervenção no contexto escolhido; 5) teste da prática com populações minoritárias.

Ao se analisar as concepções propostas por Collins (1990; 1992) e Brown (1992), é possível encontrar pontos em comum e pontos nos quais as concepções divergem. Além destas duas concepções, a literatura relata outras propostas de aplicação como é o caso de Bannan-Ritland (2003), Reeves (2006) e Anderson e Shattuck (2012). No entanto, Christensen e West (2018) relatam que há certo consenso, entre todas essas propostas, de 7 características gerais do DBR. Elas são: 1) o *design* de pesquisa deve evoluir com o tempo; 2) deve ser situado em um contexto e espaço definidos (dentro de uma escola, classe ou turma determinada); 3) deve ocorrer de maneira iterativa, ou seja, com vários ciclos de pesquisa que consistam na aplicação, revisão e reaplicação do *design* de pesquisa; 4) deve ser colaborativa, ou seja, com vários pesquisadores que têm seus papéis determinados; 5) deve contribuir no aperfeiçoamento das teorias da educação, ou seja, os dados obtidos devem ajudar a avançar as teorias educacionais vigentes; 6) deve se mostrar prática, ou seja, devem aumentar os conhecimentos instrucionais, de pesquisa e da prática do *design* no meio científico e não apenas numa realidade específica; 7) deve ser produtiva, ou seja, deve gerar resultados positivos e que mostrem que o *design* alcançou seu objetivo.

Por último, quanto às diferentes demandas, áreas de uso e papéis de atuação dos pesquisadores dentro do DBR, é importante lembrar que essa metodologia surgiu a partir do desenvolvimento da área do *design* e que sua precursora, a IDR, sempre se viu utilizada dentro de uma variedade maior de áreas, como a engenharia, o *design* e a tecnologia. Por sua vez, o DBR ficou quase que exclusivamente relacionado às áreas de pesquisa dentro dos campos da Educação, se apresentando mais limitado e restrito. Mesmo assim, a área da Educação se mostrou extensa, com várias subáreas, o que fez com que a metodologia fosse amplamente aplicada. Isso, em si, não é um problema, e sim o fato de que diversos trabalhos apresentam objetivos que não explicam, de forma consistente, como o DBR será implantado como metodologia, o que o torna muito indefinido. Isso ocorre porque o DBR ainda é pouco conhecido no Brasil e no mundo e,

por esse motivo, deve ser mais explicitado como metodologia, diferente das metodologias mais usuais como uso de questionários e entrevistas (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

Quanto aos papéis do cientista dentro do DBR, há 4 escolhas possíveis, que são: pesquisador, administrador do projeto, teórico ou *designer*. Em termos gerais, o cientista que opta pelo papel de pesquisador deve levar em conta as n variáveis presentes, se atentar a qualquer viés que a pesquisa apresente e ser responsável pela alta qualidade dos resultados gerados, através da análise dos dados qualitativos e quantitativos. O cientista que fica encarregado do papel de administrador do projeto é responsável por coordenar o grupo de pesquisa, garantindo que todos trabalhem de forma produtiva e colaborativa. Além disso, o administrador deve ter uma visão flexível que lhe permita analisar o progresso do trabalho por vários ângulos, maximizando as contribuições do trabalho para a área. O cientista que fica responsável pelo papel de teórico do grupo deve ter profundo conhecimento das teorias educacionais usadas no trabalho e garantir que a pesquisa se mantenha no rumo teórico proposto, evitando ao máximo o viés da interpretação dos resultados para simplesmente concordar com o que as teorias existentes dizem, gerando um trabalho suspeito. Por último, o cientista que escolhe o papel de *designer* é responsável pelas decisões acerca do *design* do trabalho que, normalmente, entram em conflito com as responsabilidades do pesquisador, já que uma mudança no *design* modifica a forma como a pesquisa é feita e, da mesma forma, uma mudança na pesquisa pode restringir as opções de *design*. Logo, torna-se claro que a pesquisa que utiliza o DBR como metodologia não deve ser realizada por apenas um pesquisador isolado, mas com um grupo de pesquisadores, cada qual com sua função (CHRISTENSEN; WEST, 2018).

A partir da discussão dos princípios do DBR feitos até aqui foi possível compreender suas origens, a forma pelo qual se desenvolveu como uma metodologia de pesquisa e o porquê de ser tão atraente dentro das áreas de pesquisa em Educação e Ensino de Ciências. Mesmo com as dificuldades apresentadas, essa metodologia tem mostrado avanços tanto pela quantidade de artigos publicados quanto pelas citações a estes trabalhos, o que significa que aos poucos, ela está se tornando conhecida em nível mundial.

2. Objetivos

Este trabalho teve dois objetivos: o primeiro deles foi realizar uma revisão sistemática, entre os anos de 2003 e 2019, usando a base de dados da *Web of Science*, para obter uma seleção de trabalhos sobre como o *Design-Based Research* tem sido aplicado no contexto do Ensino de Ciências. Em segundo lugar, selecionar os 10 artigos mais citados e analisá-los comparativamente entre si. Isso foi feito a partir da análise da presença ou ausência das 7 características gerais do DBR defendidas pela comunidade acadêmica, como apontado no trabalho de Christensen e West (2018). Os artigos mais citados foram avaliados em termos de como o DBR vem sendo utilizado nas pesquisas em Educação e Ensino de Ciências com o objetivo de se traçarem, se possível, as tendências de uso dessa metodologia.

3. Procedimentos Metodológicos

De acordo com Cordeiro *et al.* (2007), uma revisão sistemática é um processo científico que tem por objetivo reunir, avaliar e sintetizar os resultados de vários estudos primários com a finalidade de responder a uma pergunta clara e objetiva. Esse processo científico deve ser realizado de maneira sistemática, como o próprio nome já supõe, ou seja, cada etapa deve ser explicada a fim de que a busca seja reproduzível e com o menor viés possível do pesquisador.

Costa e Zoltowski afirmam que “a revisão sistemática é um método que permite maximizar o potencial de uma busca, encontrando o maior número possível de resultados de uma maneira organizada” (2014, p. 56). Para fins didáticos, esses autores dividem a revisão bibliográfica em oito etapas, que são: 1) escolha de uma questão a ser investigada; 2) seleção das fontes de dados; 3) escolha das palavras-chave e datas inicial e final para a(s) busca(s); 4) realização da(s) busca(s) e armazenamento dos resultados; 5) seleção dos trabalhos pelo resumo e/ou critérios de inclusão e exclusão; 6) extração dos dados dos trabalhos selecionados; 7) avaliação dos dados extraídos; 8) síntese e interpretação dos dados extraídos. Na sequência, explicitam-se estes oito passos, dentro da especificidade deste trabalho.

O primeiro passo, que se trata de escolher a questão a ser estudada, foi definido a partir do interesse pela abordagem inovadora e atual do *Design-Based Research* (DBR) e como ele vem se desenvolvendo no mundo, em especial dentro da área de Ensino de Ciências. A questão a ser respondida passa a ser como a abordagem DBR vem sendo aplicada dentro do Ensino de Ciências, quais são as similaridades e diferenças entre esses trabalhos e como os artigos mais citados sobre DBR podem estar influenciando as práticas docentes usadas atualmente.

Os segundo e terceiro passos, nos quais devem ser escolhidas as fontes de dados, as palavras-chave e as datas de busca, foram definidos de maneira que a *Web of Science* foi o banco de dados utilizado pelo fato de ser uma das maiores plataformas de armazenagem de trabalhos publicados e por possuir indicadores singulares, muito úteis para o trabalho científico. As palavras-chave utilizadas foram: “*design-based research*”

AND “*science education*” OR “*design-based research*” AND “*science teaching*”. Essas palavras-chave foram pesquisadas no campo “Tópico” e, assim sendo, a aquisição de resultados considerou o título do artigo, o resumo, as palavras-chaves do autor e o *Keywords Plus*, ferramenta própria da *Web of Science*. A busca foi realizada entre os anos de 2003 e 2019 pelo fato de que apenas em 2003 o termo *Design-Based Research* foi proposto como padrão pelo Design-Based Research Collective.

Os quarto e quinto passos, de realização das buscas, armazenamento dos dados e seleção dos trabalhos, foram feitos no dia 05 de junho de 2020 e, do total de trabalhos obtidos, selecionaram-se os 10 mais citados para que pudessem ser analisados e comparados em maior profundidade. Embora muito se discuta acerca das várias razões que levam um autor a escolher citar uma obra ou outra, sem que elas tenham influenciado diretamente em suas pesquisas, Okubo (1997) expõe que muitas dessas razões são praticamente impossíveis de se identificar. Ora, se este é o caso, escolher os artigos mais citados de uma área se mostra como uma óbvia primeira escolha e, por esse motivo, foram selecionados os 10 artigos mais citados dentro da busca realizada. Esse número de artigos foi definido porque a amostra não seria nem muito pequena e nem muito grande, sendo possível fazer considerações mais aprofundadas sobre cada trabalho.

Os sexto, sétimo e oitavo passos, de extração, avaliação, síntese e interpretação dos dados, foram realizados a partir de leituras atenciosas dos 10 artigos selecionados, que foram resumidos em tabelas para facilitar as análises e interpretações comparativas.

4. Resultados e Discussão

4.1. Características Gerais dos Artigos Selecionados

A pesquisa realizada na *Web of Science* rendeu um total de 54 publicações. Destes trabalhos, selecionaram-se os 10 artigos mais citados de DBR dentro da área de pesquisa em Ensino de Ciências para compará-los entre si, destacando suas similaridades e diferenças. No Quadro 1, são mostrados os artigos mais citados com seus respectivos títulos, autor(es), país de origem (da pesquisa e dos autores), nome da revista na qual foi publicada, ano de publicação e número de citações total.

Quadro 1 – Artigos selecionados em ordem de quantidade de citações.

	Título do Artigo	Autor(es)	Países	Revista	Ano de publicação	Citações
1	<i>Learning to Teach Elementary School Science as Argument</i>	Carla Zembal-Saul	Estados Unidos	<i>Science Education</i>	2009	94
2	<i>Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year</i>	Katherine L. McNeill	Estados Unidos	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2011	73
3	<i>Developing Preservice Elementary Teachers' Knowledge and Practices Through Modeling-Centered Scientific Inquiry</i>	Christina Schwartz	Estados Unidos	<i>Science Education</i>	2009	71
4	<i>Designing for Deeper Learning in a Blended Computer Science Course for Middle School Students</i>	Shuchi Grover; Roy Pea; Stephen Cooper	Estados Unidos	<i>Computer Science Education</i>	2015	51
5	<i>Promoting Thinking and Conceptual Change with Digital Dialogue Games</i>	Andrew Ravenscroft	Inglaterra	<i>Journal of Computer Assisted Learning</i>	2007	49
6	<i>The Effects of a Web-Based Learning Environment on Student Motivation in a High School Earth Science Course</i>	Shiang-Kwei Wang; Thomas C. Reeves	Estados Unidos	<i>Educational Technology Research and Development</i>	2007	44

	Título do Artigo	Autor(es)	Países	Revista	Ano de publicação	Citações
7	<i>Designing Educative Curriculum Materials: A Theoretically and Empirically Driven Process</i>	Elisabeth A. Davis; Annemarie S. Palinscar; Anna Maria Arias; Amber S. Bismark; Loren M. Marulis; Stefanie K. Iwashyna	Estados Unidos	<i>Harvard Educational Review</i>	2014	41
8	<i>Design-based Research: Case of a Teaching Sequence on Mechanics</i>	Andree Tiberghien; Jacques Vince; Pierre Gaidioz	França	<i>International Journal of Science Education</i>	2009	33
9	<i>Implementing Mobile Learning Curricula in a Grade Level: Empirical Study of Learning Effectiveness at Scale</i>	Chee-Kit Looi; Daner Sun; Longkai Wu; Peter Seow; Gean Chia; Lung-Hsiang Wong; Elliot Soloway; Cathy Norris	Singapura / Estados Unidos	<i>Computers & Education</i>	2014	32
10	<i>Developing Interpretive Power in Science Teaching</i>	Ann S. Rosebery; Beth Warren; Eli Tucker-Raymond	Estados Unidos	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>	2016	20

Fonte: elaboração própria.

Em seguida, são apresentados os Quadros 2 a 11, em que cada um sintetiza o conteúdo de 1 dos 10 artigos mencionados acima. Esses quadros são divididos nas seguintes seções: título; autor(es); ano de publicação; revista; país no qual a pesquisa foi realizada; objetivos; contexto do trabalho; referencial teórico de base usado no artigo; onde e quando a pesquisa foi feita; quem e quantos eram os participantes; quais eram os instrumentos de pesquisa; quais eram os conteúdos de ciências abordados; quantos ciclos de DBR foram feitos; e quais foram os resultados obtidos em cada pesquisa.

Quadro 2 – Síntese do artigo 1.

Título	<i>Learning to Teach Elementary School Science as Argument.</i>
Autor(es)	Carla Zembal-Saul.
Ano de Publicação	2009.
Revista	<i>Science Education.</i>
País	Estados Unidos.
Objetivos	Apresentar uma estrutura de planejamento que coloca em destaque como ensinar Ciências através da argumentação assim como demonstrar, através de 3 estudos, como essa ferramenta pode auxiliar professores iniciantes de Ensino Fundamental a entenderem melhor os conceitos da Ciência e ao mesmo tempo auxiliar as crianças para que elas se engajem mais nas aulas através de uma prática instigada por explicações, argumentos e evidências.
Contexto	Professores em formação e/ou iniciantes têm muitas dificuldades para ensinar Ciências de maneira efetiva pois não dominam os saberes docentes necessários (conhecimentos pedagógicos, específicos e tecnológicos). Este trabalho relata uma pesquisa, realizada por cerca de 3 anos, que se preocupa em melhorar a aquisição destes saberes docentes pelos licenciandos através de um método que preza pela argumentação. A pesquisa foi feita durante uma disciplina de metodologia dentro do curso desses licenciandos.
Referencial Teórico	Baseado nos conhecimentos docentes de Shulman (PCK) e em trabalhos que defendem que novos professores de Ciências têm dificuldade de aplicar os conhecimentos docentes em sua prática. A literatura também mostra que professores novos prezam muito pelos conteúdos ao invés de outras práticas como argumentação e experimentação científicas. A importância de ensinar Ciências usando argumentação é defendida, assim como o uso de afirmações, evidências e argumentos.
Onde	Em dois lugares: dentro da <i>Penn State University</i> , como uma disciplina do curso de licenciatura para que os licenciandos possam planejar suas aulas/ intervenções e dentro de uma escola parceira da universidade que atende crianças de Ensino Infantil e Fundamental, local onde os alunos realizam seus estágios.
Quando	Os 3 ciclos relatados aqui já haviam sido publicados como 3 artigos separados pela mesma autora nos anos de 2004, 2005 e 2007. Assim, o 1º ciclo ocorreu em 2003, o 2º em 2004 e o 3º em 2005-2006.
Participantes	Nos 3 estudos, os participantes eram licenciandos que fizeram a disciplina de metodologia ministrada pela autora.

Quantos Participantes	No 1º estudo: 42 licenciandos; no 2º estudo: 31 licenciandos; e no 3º estudo: 3 licenciandos.
Instrumentos de Pesquisa	Os instrumentos de pesquisa foram aperfeiçoados com o passar do tempo. Para o 1º estudo, foi usada uma avaliação ao final do processo no qual os licenciandos tinham que resolver um tipo de estudo de caso de um projeto chamado TESSA - <i>Teaching Elementary School Science as Argument</i> , em português, Ensinando Ciência de Nível Fundamental à Partir da Argumentação. Para o 2º estudo, foram usados pré e pós avaliações empregando-se os estudos de caso do projeto TESSA e dados secundários. Para o 3º estudo, foram analisados, em profundidade, todos os passos do planejamento, respostas à 7 casos do projeto TESSA e gravações em vídeo das aulas de cada um dos três licenciandos envolvidos.
Conteúdos de Ciência	Os assuntos abordados na disciplina de metodologia eram assuntos próprios para licenciandos que iriam ensinar Ciências para crianças de Ensino Fundamental I. Logo, alguns exemplos citados são: ar e pressão do ar (unidade sobre ar e aviação).
Ciclos	3 ciclos (2003, 2004, 2005-2006).
Resultados	Os resultados do 1º estudo mostraram que os licenciandos mudaram suas perspectivas de um ensino de Ciências "mão na massa" e divertido para um ensino de Ciências mais focado em evidências, afirmações e argumentos. No 2º estudo, os resultados mostraram que vários licenciandos começaram a utilizar princípios de argumentação em suas aulas, assim como fazer uso do discurso científico e a entender seu papel como um mediador das discussões da sala assim como de um avaliador da maneira de pensar dos alunos a partir do que estes falam em público. No 3º estudo, as reflexões geradas através das gravações permitiram que os licenciandos absorvessem mais a estrutura ensinada que propõe ensinar Ciências a partir da argumentação. Além disso, os licenciandos envolvidos neste estudo conseguiram colocar em prática, de forma coerente, a estrutura ensinada, melhorando as práticas docentes iniciais destes alunos.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 3 – Síntese do artigo 2.

Título	<i>Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year.</i>
Autor(es)	Katherine L. McNeill.
Ano de Publicação	2011.
Revista	<i>Journal of Research in Science Teaching.</i>
País	Estados Unidos.
Objetivos	Entender quais as ideias de crianças de 5º ano (entre 10 e 11 anos de idade) sobre explicação, argumentação e evidência em três contextos (na Ciência, nas aulas de Ciências e no dia a dia) e investigar como a habilidade de escrita em termos de argumentos científicos se altera durante o ano letivo.
Contexto	A argumentação não é vista como muito importante pelos professores de Ensino Fundamental, ou seja, como uma maneira de desenvolver o conteúdo de sala e, por esse motivo, muitos alunos têm muitas dificuldades nesse tipo de prática (explicar, argumentar, mostrar evidências e escrever textos científicos coerentes), mesmo que muitas pesquisas mostrem a importância da argumentação para o desenvolvimento cognitivo dos alunos.
Referencial Teórico	Pesquisas mostram que desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos é muito importante e que isso possibilita que os discentes atinjam melhores resultados. São usadas referências dos termos explicação, argumentação e evidência, além de ficar implícito que para cada um dos contextos (Ciência, nas aulas de Ciências e no dia a dia) o aluno pode ter uma concepção diferente do que cada um desses conceitos significa, dando a noção de que existe um perfil conceitual para cada termo.
Onde	Numa escola de Ensino Fundamental num grande distrito urbano na região da Nova Inglaterra, presumidamente dentro do estado de Massachussets, na cidade de Boston.
Quando	No ano escolar entre 2008 e 2009.
Participantes	Alunos de 5º ano.
Quantos Participantes	Inicialmente, 33 alunos forneceram seus dados pessoais. Depois, 23 alunos foram entrevistados.
Instrumentos de Pesquisa	Os instrumentos usados foram: entrevistas no início e no final do ano letivo, produções escritas dos alunos para analisar a melhora da argumentação científica e gravações em vídeo das 7 aulas ministradas sobre argumentação.

Conteúdos de Ciência	Os conteúdos abordados nas 7 aulas destinadas a tratar sobre a argumentação foram: <i>habitats</i> , adaptações (de animais e plantas), estabilidade de ecossistemas, alavancas, polias, força e movimento e pêndulos.
Ciclos	1 ciclo de 1 ano, mas fica implícito que outro ciclo foi iniciado.
Resultados	Os resultados obtidos mostraram que a visão dos alunos sobre os termos explicação, argumentação e evidências se alterou durante o ano nos contextos de Ciência e aulas de Ciências, mas permaneceu inalterado para a visão do dia a dia. Além disso, a qualidade da escrita dos alunos variou muito dependendo do tema das lições, mas em termos de argumentação, percebeu-se que os mesmos conseguiram entender o gênero argumentativo, deixando os gêneros de texto informal e narrativas pessoais.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 4 – Síntese do artigo 3.

Título	<i>Developing Preservice Elementary Teachers' Knowledge and Practices Through Modeling-Centered Scientific Inquiry.</i>
Autor(es)	Christina Schwartz.
Ano de Publicação	2009.
Revista	<i>Science Education.</i>
País	Estados Unidos.
Objetivos	Em 1º lugar, melhorar o entendimento dos licenciandos, que serão futuros professores de Ensino Fundamental, sobre práticas que se centram na investigação científica baseada em modelos usando programas próprios para isso (saberes docentes e uso da tecnologia) e planejamento de aulas. Em 2º lugar, usar uma base instrucional (EIMA - engajar - investigar - modelar - aplicar) para lhes ensinar mais sobre como ensinar Ciências de forma efetiva e como fazer um planejamento adequado guiado por perguntas científicas. Em 3º lugar, lhes ensinar como usar e modificar materiais curriculares de forma adequada.
Contexto	Os professores que ainda estão em formação ou iniciando a carreira têm grandes dificuldades para ensinar Ciências efetivamente. Esse artigo mostra uma pesquisa que foi feita durante cerca de 3 anos para tentar melhorar a compreensão destes licenciandos durante um dos estágios do curso.
Referencial Teórico	O referencial teórico usado se baseia em pesquisas que mostram as dificuldades de professores novos em ensinar Ciências efetivamente, assim como em artigos sobre o uso da investigação científica por meio de modelos e programas de modelagem no ensino. Durante o decorrer do semestre, a abordagem adotada foi sociocognitiva.

Onde	Na <i>Michigan State University</i> , como uma disciplina do curso de licenciatura.
Quando	O trabalho não diz, mas como o artigo foi publicado em 2008 com certeza os dados foram coletados antes, ou seja, no mínimo o trabalho foi realizado de 2005 a 2007, mas pode ter sido antes.
Participantes	Alunos de licenciatura do 4º ano que faziam a disciplina de um semestre de "Métodos de Ciência Elementar".
Quantos Participantes	Não fica muito claro, mas no 1º ciclo é mencionado que a coleta de dados foi realizada com 10 alunos, enquanto nos 2º e 3º ciclos são mencionados 24 alunos (não se sabe se são os mesmos 24 para os dois ciclos, ou se eles são de anos diferentes).
Instrumentos de Pesquisa	Os instrumentos usados no 1º ciclo (e que se entende que também foram usados nos 2º e 3º ciclos) foram: pré e pós testes, gravações em vídeo das aulas, diários dos alunos, planos de aulas feitos pelos alunos e entrevistas.
Conteúdos de Ciência	Os conteúdos ministrados eram conteúdos de Ensino Fundamental, tal como sistema solar, luz, eletricidade, força, movimento, matéria, estações, objetos que afundam e que boiam, nuvens, alavancas, rodas e máquinas simples.
Ciclos	Não fica exatamente claro quantos ciclos foram feitos, mas dá-se a entender que foram 3 ciclos de pesquisa, devido aos 3 diferentes objetivos elencados.
Resultados	Para o 1º estudo, os resultados mostraram que os alunos obtiveram, em sua maioria, uma visão expandida das ferramentas tecnológicas e como utilizá-las, além de relatar ganhos modestos nos saberes docentes que envolvem o ensino por investigação usando modelagem; no 2º estudo, os alunos deslocaram-se de planejamentos baseados em descoberta para planejamentos baseados em perguntas e investigação; no 3º estudo, os licenciandos fizeram avanços modestos sobre como usar os critérios do currículo para modificar materiais curriculares e montar planos de aula, assim como tiveram ganhos modestos nas suas visões de como ensinar Ciências de forma efetiva.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 5 – Síntese do artigo 4.

Título	<i>Designing for Deeper Learning in a Blended Computer Science Course for Middle School Students.</i>
Autor(es)	Shuchi Grover; Roy Pea; Stephen Cooper.
Ano de Publicação	2015.
Revista	<i>Computer Science Education.</i>
País	Estados Unidos.

Objetivos	Criar e testar um curso introdutório de Ciência da Computação para Ensino Fundamental II. Avaliar a variação de aprendizagem de algoritmos de fluxo ao se utilizar o currículo FACT (Fundamentos para Avançar o Pensamento Computacional) quando comparado ao método comum de ensino e quantificar se o curso permitiu que os alunos obtivessem noções gerais da área de Computação.
Contexto	A habilidade do pensamento computacional é importante para todos e não apenas cientistas computacionais. O estudo de computação deve começar cedo para os alunos. Ciência da Computação é uma disciplina importante e deve estar presente no currículo, já que o aluno pode aplicar vários de seus conceitos à problemas complexos.
Referencial Teórico	Vários artigos abordam sobre como a Ciência da Computação pode ser usada para melhorar as habilidades dos alunos em resolver problemas complexos. Também se baseia em aprendizado profundo ou aprofundado e no relatório publicado pela Academia Nacional de Ciências sobre como as pessoas aprendem. Os alunos precisam aprender a transferir o conhecimento aprendido para outros problemas e situações. Também trata dos conhecimentos docentes (Shulman).
Onde	Escola pública de Ensino Fundamental na Carolina do Norte.
Quando	Curso com 7 semanas de duração e com encontros de 55 minutos, 4 vezes por semana. O nome do curso era “ <i>Exploring Computer Science</i> ”, ou seja, Explorando a Ciência da Computação.
Participantes	Alunos de 11 a 14 anos de idade.
Quantos Participantes	No 1º ano de aplicação: 21 meninos e 5 meninas (média da idade: 12.9); no 2º ano: 20 meninos e 8 meninas (média da idade: 12.3).
Instrumentos de Pesquisa	Para verificar o aprendizado da 1ª turma foram usados um pré e um pós-teste sobre conhecimento computacional e testes de múltipla escolha com <i>feedback</i> e <i>quizzes</i> durante o decorrer do curso. Além disso, os alunos tinham que realizar outras atividades individuais e em grupo, assim como um teste PFL para avaliar a transferibilidade do conhecimento aprendido. Para a 2ª turma, além de tudo o que foi feito com a turma anterior, foram usados 60 vídeos curtos, 10 <i>quizzes</i> na plataforma OpenEdX, projetos individuais e em grupo e entrevistas com os alunos.
Conteúdos de Ciência	Os conteúdos foram divididos em 8 unidades: (1) Computação está em todo lugar!; (2) O que é Ciência da Computação?; (3) Soluções computacionais: algoritmos, programas, pseudocódigo, conceitos de Computação profunda vs. Detalhes sintáticos superficiais; (4) Passos de um algoritmo (sequência, execução serial, loops, condicionais); (5) Variáveis; (6) Lógica booleana; (7) Decomposição de problemas; (8) Abstração.

Ciclos	O estudo foi realizado por 2 anos, sendo que no 1º ano o curso foi dado de forma totalmente presencial e no 2º ano foi dado de forma semipresencial.
Resultados	Estatisticamente, a 2ª turma aprendeu mais que a 1ª turma. Nos dois estudos os alunos acharam que os assuntos mais difíceis de entender foram loops e manipulação de variáveis. Ambas as turmas parecem ter alcançado um nível médio-alto de transposição de conhecimento pois conseguiram bons resultados nas questões do exame PFL. A grande maioria dos alunos saiu de uma noção ingênua de Computação para uma noção mais acurada do que a Ciência da Computação é e para que serve.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 6 – Síntese do artigo 5.

Título	<i>Promoting Thinking and Conceptual Change with Digital Dialogue Games.</i>
Autor(es)	Andrew Ravenscroft.
Ano de Publicação	2007.
Revista	<i>Journal of Computer Assisted Learning.</i>
País	Inglaterra.
Objetivos	Mostrar, através de uma breve revisão sobre os trabalhos feitos pelo grupo, como ferramentas de diálogo altamente interativas (<i>CoLLeGE</i> , <i>AcademicTalk</i> e <i>InterLoc</i>) auxiliam os alunos a desenvolverem a razão, o pensamento crítico e a argumentação.
Contexto	Envolve a defesa de como o diálogo é algo de extrema importância e que está ligada de forma muito próxima com a maneira como os indivíduos pensam. Logo, o desenvolvimento do diálogo é algo muito importante a ser desenvolvido, para que seja possível ultrapassar as concepções alternativas em busca de um entendimento melhorado.
Referencial Teórico	Os trabalhos usados se referem à diálogo e "jogos"/ instrumentos altamente interativos de diálogo.
Onde	No Reino Unido. Algumas das ferramentas propostas estão em fase de testes de larga escala, em 5 universidades dentro do Reino Unido, que são: <i>University of Southampton</i> , <i>UK Open University</i> , <i>Exeter University</i> , <i>Oxford University</i> e <i>Bolton University</i> .
Quando	Como se trata de uma pequena revisão de alguns dos trabalhos mais importantes feitos pelo grupo, o tempo de cada um não é bem explícito.

Participantes	Para o <i>CoLLeGE</i> : 11 participantes entre alunos do Ensino Básico, adultos, graduandos e pós graduandos; uma segunda fase foi conduzida com 36 alunos de 2º colegial de uma escola chamada <i>Milton Keynes</i> , no Reino Unido. Para o <i>AcademicTalk</i> : 34 alunos de um curso inicial de tecnologia da <i>UK Open University</i> foram divididos em 2 grupos para testar o programa contra um chat comum; O <i>InterLoc</i> foi testado num grupo de pós graduandos de Matemática da <i>University of Southampton</i> para depois ir para uma fase de larga escala em 5 faculdades do Reino Unido.
Quantos Participantes	Pelo menos 47 para o <i>CoLLeGE</i> , 34 para o <i>AcademicTalk</i> e o para o <i>InterLoc</i> não são mencionados números.
Instrumentos de Pesquisa	Para o <i>CoLLeGE</i> , foi aplicado um pré teste (explicação inicial) para que as respostas pudessem ser inseridas no programa. Em seguida, houve uma interação com o programa e após um período de 4-6 semanas, foi feito um pós teste. O <i>CoLLeGE</i> também foi testado contra outro "jogo de diálogo" com pré e pós teste. O <i>AcademicTalk</i> foi testado contra um chat comum. Houve aplicação de questionários online e análise dos dados. No caso do <i>InterLoc</i> , dá-se a entender que muitas das características dos outros 2 programas foram inseridas nele, só sendo mencionadas as fases de teste com os pós graduandos em Matemática da <i>University of Southampton</i> e o teste em larga escala em 5 universidades.
Conteúdos de Ciência	Conteúdos da Física, tais como cinemática, forças e movimento e outros tipos de discussões.
Ciclos	Não é explícito quanto tempo foi gasto na produção e aplicação dos programas, mas o texto diz que o projeto vem sendo conduzido à 10 anos.
Resultados	Para o <i>CoLLeGE</i> , os resultados foram positivos, mostrando que após interações com o programa, os 11 participantes mostraram ter mais domínio sobre o assunto e até mesmo depois, no pós teste, 10 desses 11 participantes mantiveram a linha de pensamento mais desenvolvida. Quanto à comparação com o outro jogo, o <i>CoLLeGE</i> se mostrou mais efetivo para lidar com concepções alternativas enquanto o outro "jogo de diálogo" se mostrou mais efetivo em lidar com a incompletude de modelos por parte dos alunos; Para o <i>AcademyTalk</i> , os resultados também foram positivos pois o programa se mostrou mais organizado, com menos possibilidades de sair do tópico, com mais interações educativas, mais argumentação, mais referências a dados e evidências; Quanto ao <i>InterLoc</i> , não foram mencionados resultados muito palpáveis, mas tanto ele como o <i>AcademicTalk</i> foram colocados no <i>UK Joint Information Systems Committee (JISC)</i> na seção de "e-ferramentas para professores e alunos".

Fonte: elaboração própria.

Quadro 7 – Síntese do artigo 6.

Título	<i>The Effects of a Web-Based Learning Environment on Student Motivation in a High School Earth Science Course.</i>
Autor(es)	Shiang-Kwei Wang; Thomas C. Reeves.
Ano de Publicação	2007.
Revista	<i>Educational Technology Research and Development.</i>
País	Estados Unidos.
Objetivos	Examinar os efeitos de Web-LE (<i>Web-Based Learning Environment</i>), ou seja, do Espaço de Aprendizado Baseado em Sites, na motivação de alunos de 1º colegial para aprender sobre o tópico de fossilização, abordado nas aulas de Ciências.
Contexto	Atualmente, existe a possibilidade de se educar através da internet, pelo uso de ferramentas adequadas. No entanto, apenas colocar o conteúdo online não é suficiente para que os alunos aprendam, é necessário aplicar teorias e estratégias de ensino para que seja possível ensinar usando a internet.
Referencial Teórico	Sobre jogos ou ambientes virtuais no geral. Mostra 4 aspectos importantes sobre como fazer um programa educativo ser interessante para o aluno: o programa precisa criar algum tipo de desafio, deve incitar a curiosidade, dar algum tipo de controle para o aluno e deve possuir aspectos de fantasia. Uso da teoria pedagógica do construtivismo.
Onde	Escola privada de excelência - com computadores e internet - localizada numa pequena cidade universitária no sudeste dos Estados Unidos.
Quando	Não fala exatamente quando o projeto foi realizado, mas diz que o "curso" era dado em 3 dias, pelo que dá para entender, foi 1 aula de 45 minutos em cada dia.
Participantes	Professor e alunos de 1º colegial (entre 14 e 15 anos de idade).
Quantos Participantes	1 professor (homem) e 27 alunos de 1º colegial, de duas salas diferentes de Ciências.
Instrumentos de Pesquisa	Questionário sobre motivação (15 itens, usando escala <i>Likert</i> de 5 pontos), observação de sala/ aula, entrevistas com 6 alunos de cada sala (20 minutos/ aluno) e com o professor (1 hora). Triangulação dos dados obtidos.
Conteúdos de Ciência	O assunto principal é a fossilização. Há 18 condições distintas para serem simuladas e o aluno deve "descobrir" em que condições a fossilização ocorre. No programa, também há algumas animações e uma enciclopédia para ser consultada.
Ciclos	4 anos de projeto usando o DBR.
Resultados	A maioria dos alunos ficou satisfeita com o programa e a qualidade das informações, se sentiram motivados e gostariam de ter mais unidades/ temas com aulas desse tipo. Esse modo de dar aula deu mais autonomia para o professor, que fica sendo

	visto como um facilitador do conhecimento. Os pontos de desafio, curiosidade, controle e fantasia puderam ser observados no programa e contribuíram para que os alunos se envolvessem com a atividade, gerando engajamento cognitivo por parte deles.
--	---

Fonte: elaboração própria.

Quadro 8 – Síntese do artigo 7.

Título	<i>Designing Educative Curriculum Materials: A Theoretically and Empirically Driven Process.</i>
Autor(es)	Elisabeth A. Davis; Annemarie S. Palinscar; Anna Maria Arias; Amber S. Bismark; Loren M. Marulis; Stefanie K. Iwashyna.
Ano de Publicação	2014.
Revista	<i>Harvard Educational Review.</i>
País	Estados Unidos.
Objetivos	O objetivo do artigo é desenvolver materiais curriculares educativos que possam auxiliar os docentes a ensinar Ciências para 4 ^{os} e 5 ^{os} anos. Para isso, são usados 2 <i>kits</i> distribuídos pelo governo americano sobre "Ecossistemas" e "Circuitos Elétricos". Os pesquisadores analisaram as lições desses <i>kits</i> (estágio 1), para, em seguida, observar as aulas de 3 professoras que faziam uso deles (estágio 2) e, por último, propuseram melhorias para que este material pudesse auxiliar docentes de uma maneira mais eficiente (estágio 3).
Contexto	Existem vários materiais de ensino de Ciências para docentes de Ensino Fundamental I/ II mas estes são, em sua maioria, insuficientes para as necessidades apresentadas pela grande parte dos professores polivalentes que muitas vezes não têm os conhecimentos pedagógicos, de conteúdo e de como usar os conhecimentos pedagógicos para ensinar o conteúdo de Ciências de maneira adequada para os alunos (saberes docentes). Dessa forma, as autoras se propõem a inserir características educativas no material dos <i>kits</i> para que estes sejam mais úteis para os docentes.
Referencial Teórico	O <i>design</i> proposto é baseado na relação entre professores e materiais curriculares. Além disso, menciona trabalhos sobre materiais curriculares educativos (para docentes) e como realizar o refinamento por iteração que a pesquisa com DBR propõe. O DBR também é usado no sentido de tornar o trabalho mais "generalizável", ou seja, que os achados deste artigo possam sejam extensíveis para outras áreas do conhecimento.

Onde	2 escolas de periferia em Michigan, a <i>Austin Elementary School</i> e a <i>Englewood Elementary School</i> .
Quando	Entre 2010 e 2011. O <i>kit</i> sobre Ecossistemas foi aplicado por 2 professoras, continha 17 lições e foi trabalhado durante 8 semanas enquanto o <i>kit</i> de Circuitos Elétricos, foi aplicado por 1 professora, continha 17 lições e foi trabalhado durante 6 semanas.
Participantes	Professoras e alunos de 4º ano.
Quantos Participantes	3 professoras e 117 alunos de 4º ano. <i>Austin</i> : Ms. Campbell - 28 alunos; Ms. Watt - 22 alunos; <i>Englewood</i> : Ms. Tenney - 67 alunos.
Instrumentos de Pesquisa	Foram feitas entrevistas com as docentes, houve observação das salas de aulas com protocolos específicos (advindos do estudo prévio dos materiais).
Conteúdos de Ciência	Os conteúdos abordados dependiam dos <i>kits</i> , então para a escola de <i>Austin</i> , o tema abordado foi Ecossistemas enquanto para a escola de <i>Englewood</i> o tema abordado foi Circuitos Elétricos.
Ciclos	Dá-se a entender que são 2 ciclos; no 1º ano, com os <i>kits</i> vindos do governo e no 2º ano com os <i>kits</i> refinados pelos pesquisadores.
Resultados	O artigo relata os tipos de características educativas que foram inseridas nos <i>kits</i> para torná-los mais educativos para os próprios docentes. 5 tipos de suporte foram adicionados: 1) suporte sobre o conteúdo científico; 2) suporte para práticas científicas; 3) narrativas de um docente ficcional; 4) suporte sobre práticas de alfabetização/ letramento científico; 5) suporte para avaliação do conhecimento dos alunos. Mas não há resultados qualitativos ou quantitativos de como essa implementação de tipos de suporte facilitou a tarefa docente de ensinar ou a dos alunos de aprender.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 9 – Síntese do artigo 8.

Título	<i>Design-Based Research: Case of a Teaching Sequence on Mechanics.</i>
Autor(es)	Andree Tiberghien; Jacques Vince; Pierre Gaidioz.
Ano de Publicação	2009.
Revista	<i>International Journal of Science Education.</i>
País	França.
Objetivos	Mostrar como o DBR pode ser usado de maneiras diferentes dependendo do referencial teórico que é utilizado. Neste caso, os autores fazem questão de deixarem suas escolhas pedagógicas muito explícitas para mostrarem como a sequência didática de Mecânica (Física) foi construída, aplicada e reformulada.

Contexto	Os pesquisadores se utilizam do DBR para defender que as teorias da educação devem "realizar trabalho real" quando estão sendo usadas para pesquisa de <i>design</i> , ou seja, o DBR é utilizado como mediador entre as teorias psicológicas, pedagógicas e do conhecimento para articulá-las, colocá-las em prática e gerar teorias que devem ser compartilháveis, mostrando-se relevantes para outros <i>designers</i> educacionais.
Referencial Teórico	Há vários referenciais teóricos utilizados. Como teoria geral para o conhecimento, eles se utilizam da teoria do conhecimento ecológico de Chevallard (conhecimento científico, conhecimento a ser ensinado e conhecimento ensinado, transposição didática), e como teoria específica, o que eles chamam de teoria dos dois mundos; para o ensino, a teoria geral é a mesma usada para o conhecimento mas não há uma teoria específica, apenas escolhas específicas; para o aprendizado, a teoria geral utilizada é o sócio construtivismo de Vygotski (aprender envolve pequenas partes de conhecimento) e a teoria específica é a teoria dos dois mundos.
Onde	Na França, para alunos de 1º colegial.
Quando	Não há menção explícita, mas o artigo é de 2009 e o texto relata que o trabalho para elaborar a sequência didática SESAME foi feito por 2-3 anos juntamente com professores que lecionavam para as classes. Também relata que a sequência didática foi aplicada e reformulada em conjunto com esses mesmos professores.
Participantes	Não é relatado, explicitamente, com quantos professores o grupo trabalhou. Apenas é mencionado que 1 ou 2 pesquisadores trabalhavam com um grupo de 4 a 6 professores, mas não há detalhes sobre isso.
Quantos Participantes	Do que se dá a entender, de 3 a 6 professores da escola secundária.
Instrumentos de Pesquisa	Não são usados instrumentos para avaliar a sequência didática, assim como não há entrevistas ou questionários com professores. Esse artigo é um relato de um projeto que teve como objetivo criar mais recursos para professores de Física.
Conteúdos de Ciência	Conteúdos da área da Mecânica, dentro da Física. Alguns exemplos que são dados no artigo são: interações entre objetos, a noção de ação, princípio da inércia, leis da mecânica e gravitação.
Ciclos	Não é explícito, mas ao que se dá a entender são 2-3 ciclos. Isso envolve a aplicação da sequência didática, reformulações e reaplicação.
Resultados	Não são mencionados resultados da pesquisa, ou de como a sequência didática foi montada. Os autores apenas quiseram deixar muito explícitas as escolhas feitas para que a sequência SESAME fosse criada. Eles deixam claras as escolhas teóricas feitas e dizem que os conteúdos das aulas seguem o que está proposto no currículo prescrito.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 10 – Síntese do artigo 9.

Título	<i>Implementing Mobile Learning Curricula in a Grade Level: Empirical Study of Learning Effectiveness at Scale.</i>
Autor(es)	Chee-Kit Looi; Daner Sun; Longkai Wu; Peter Seow; Gean Chia; Lung-Hsiang Wong; Elliot Soloway; Cathy Norris.
Ano de Publicação	2014.
Revista	<i>Computers & Education.</i>
País	Singapura/ Estados Unidos.
Objetivos	Estabelecer uma forma de ensino que utilize a tecnologia móvel durante todo o ano letivo, para a disciplina de Ciências, para alunos de 3ºs e 4ºs anos e observar como isso muda a forma ou qualidade da aprendizagem dos alunos assim como sua motivação para aprender conceitos científicos.
Contexto	Segundo a literatura, o ensino móvel tem muitos benefícios para quem o utiliza. Ele pode ser usado fora de sala de aula, onde o aluno estiver e em outras realidades que não a da escola. No entanto, os projetos que almejam alcançar ou estudar essa implementação são sempre de curto período e não se sabe se os resultados alcançados seriam os mesmos a longo prazo.
Referencial Teórico	Se baseia no construtivismo pois defende que o ensino precisa mudar, sendo que não se deve majorar em conteúdos, mas sim na capacidade de aprender. Também propõe um conjunto de ações no qual os alunos, professores e pais estão envolvidos. Há menção de práticas como questionamento e "práticas construtivistas de suporte". O modelo dos 5 Es se baseia em engajamento, exploração, explicação, elaboração e avaliação.
Onde	Em Singapura, numa escola primária, usando o modelo M5ESC.
Quando	Entre os anos de 2009 e 2013.
Participantes	Alunos de 3º/ 4º anos entre os anos de 2010 e 2013. Os alunos eram divididos em 8 classes de Ciências e havia uma divisão entre eles nas categorias HA (bons), MA (médios) e LA (ruins).
Quantos Participantes	Em 2010, havia 121 HA, 142 MA e 32 LA = 295. Em 2011, havia 132 HA, 111 MA e 54 LA = 297. Em 2012, havia 128 HA, 119 MA e 52 LA = 299. Em 2013, havia 128 HA, 114 MA e 63 LA = 305. Total: 1196 alunos.
Instrumentos de Pesquisa	Para avaliar os alunos, os pesquisadores usaram os resultados deles nas provas semestrais, SA1 e SA2. Em sala de aula, os professores tinham as ferramentas MyDesk: KWL (<i>What do I already know? What I want to know? What have I learned?</i>),

	<i>Sketchbook, MapIt, Blurb, Recorder e Notepad</i> . Com os professores foram feitos workshops para explicar para eles como fazer planejamentos, montar aulas, etc.
Conteúdos de Ciência	Os conteúdos envolvidos foram selecionados durante o 1º ano do projeto, em 2009, em conjunto com os professores responsáveis. A partir disso, em 2010, as aulas de Ciências foram ministradas com este currículo, mas de uma forma experimental. A partir de 2011 começaram a ocorrer mudanças, usando este currículo, para a implementação do ensino com tecnologia móvel (celulares). Em 2012 e 2013, após 3 anos de projeto, iniciou-se a fase de expansão, na qual os professores incorporaram tudo que já tinha sido testado para que o currículo do 3º ano fosse finalizado.
Ciclos	5 anos, com 3 períodos distintos: um de teste (2009), um de implementação (2010/2011) e um de expansão (2012/2013).
Resultados	Os resultados analisados (relativos aos anos de 2010 a 2013) mostram que ocorreram ganhos significativos para os alunos nos resultados das provas e que este ganho foi melhorando com o passar dos anos, ou seja, com as melhorias implementadas ano a ano ao se usar o DBR. Os ganhos mais significativos foram nas questões abertas, mostrando que o uso da tecnologia móvel ajudou os alunos a compreender melhor os conceitos envolvidos. Entre os alunos HA, MA e LA, o maior ganho foi para a turma LA, com até 60% de melhoria em relação aos anos anteriores.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 11 – Síntese do artigo 10.

Título	<i>Developing Interpretive Power in Science Teaching</i> .
Autor(es)	Ann S. Rosebery; Beth Warren; Eli Tucker-Raymond.
Ano de Publicação	2016.
Revista	<i>Journal of Research in Science Teaching</i> .
País	Estados Unidos.
Objetivos	Através de um seminário PBI (<i>Practice-Based Inquiry in Science</i> , ou seja, Questionamentos Científicos Baseados na Prática) com 30 horas de duração, fazer os professores perceberem as falas de seus alunos como recurso para aprofundamento do conteúdo (não apenas como problemático e errado), como uma forma de processamento de ideias em andamento (não um conhecimento acabado) e para desenvolver uma "sensibilidade" para evitar barreiras intelectuais, culturais, sociais e emocionais.

Contexto	Preocupação com o "poder de interpretação" do professor para compreender as falas dos alunos de comunidades não brancas, como forma de usar isso para incentivar seus alunos a expor suas ideias científicas e aprofundá-las ao invés de criar barreiras para eles.
Referencial Teórico	Aparentemente, se baseia no construtivismo sociocultural (Vygotski) pois percebe que o mundo é injusto, que existem comunidades que são prejudicadas na escola, que há formas diferentes de se expressar conhecimento científico como as narrativas ficcionais e as <i>bay odyans</i> (haitianos). Traz a noção que o professor deve saber trabalhar para superar barreiras intelectuais, culturais, sociais e emocionais, aprendendo a pensar e agir de maneira mais aberta.
Onde	Estados Unidos, Boston.
Quando	2010/ 2011 e 2011/ 2012 (ano americano, de setembro até agosto do próximo ano).
Participantes	26 professores de vários anos (desde jardim da infância até Ensino Fundamental II, mais ou menos) com menos de 5 anos de docência.
Quantos Participantes	26 professores (14 no 1º ciclo e 12 no 2º ciclo).
Instrumentos de Pesquisa	O seminário de 30 horas foi dividido em 10 sessões de 3 horas cada, e era baseado em 3 pilares: 1) fazia com que os professores se tornassem alunos, 2) trazia 4 estudos de caso (sobre o crescimento de plantas) para que os professores analisassem, 3) e fazia os docentes aplicarem essas práticas na própria sala de aula, gravando suas interações com os alunos e trazendo trechos para compartilhar com os outros participantes do seminário. Foram usados um pré e pós teste e uma pré e pós entrevista para que os professores analisassem a aula da Ms. T., na 1ª parte analisavam a maneira de pensar dos alunos (pré teste e pré entrevista) e, na 2ª parte analisavam as ações da professora (pós teste e pós entrevista). Para o 2º ciclo, adicionou-se mais um estudo de caso para tornar mais explícitos alguns pontos problemáticos que não ficaram muito claros no 1º ciclo.
Conteúdos de Ciência	2 tópicos específicos de Biologia/ Ciências, que seriam o crescimento das plantas e seu ciclo de vida.
Ciclos	2 anos ou 2 ciclos de DBR.
Resultados	Os professores adquiriram esse "poder de interpretação", com o qual passaram a identificar menos problemas com as falas dos alunos e mais formas de usar essas falas para incentivá-los a se aprofundarem ou a explicarem melhor sua forma de pensamento. Além disso, aprenderam a usar a fala dos alunos como um recurso para que eles interajam com os outros discentes e usem os materiais para explicarem melhor como eles estão fazendo sentido do mundo. Também puderam

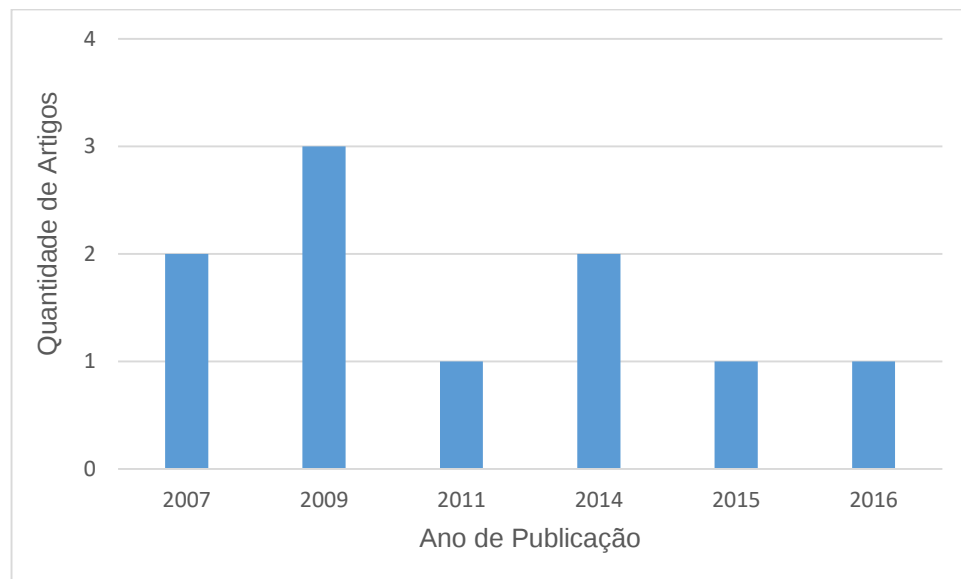
	perceber pontos nos quais poderiam melhorar a própria prática pedagógica, evitando oportunidades perdidas e implementando práticas pedagógicas mais expansivas.
--	---

Fonte: elaboração própria.

4.2. Análises Preliminares

De posse de todos os resumos dos trabalhos selecionados é possível, agora, fazer algumas análises. A primeira delas se refere aos anos de publicação e revistas envolvidas. A Figura 1 mostra como os 10 artigos estão distribuídos conforme o ano de publicação e é possível notar que, mesmo que a revisão tenha sido feita entre 2003 e 2019, os artigos mais antigos que estão entre os mais citados são de 2007 (5º e 6º) e o mais recente, de 2016 (10º).

Figura 1 – Quantidade de publicações por ano de publicação.



Fonte: elaboração própria.

Com isso, propõe-se uma mudança na forma de analisar a importância dos artigos, já que não há relação clara entre o ano de publicação e a quantidade de citações. A proposta consiste em considerar o número total de citações dividido pela quantidade de anos a contar do ano de publicação do artigo, por exemplo, o artigo 1 “*Learning to Teach Elementary School Science as Argument*”, publicado em 2009, com 94 citações, obtém

uma média de citações por ano (após a publicação) de 8,55 e passa a ser o 2º em relevância, entre os 10 trabalhos mais citados. O Quadro 12 mostra como a colocação dos artigos muda, ao se considerar a relevância dos mesmos.

Quadro 12 – Relevância dos artigos mais citados.

	Título do Artigo	Ano de publicação	Citações	Média por Ano (após publicação)	Relevância
1	<i>Learning to Teach Elementary School Science as Argument</i>	2009	94	8,55	2º
2	<i>Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year</i>	2011	73	8,11	3º
3	<i>Developing Preservice Elementary Teachers' Knowledge and Practices Through Modeling-Centered Scientific Inquiry</i>	2009	71	6,45	5º
4	<i>Designing for Deeper Learning in a Blended Computer Science Course for Middle School Students</i>	2015	51	10,20	1º
5	<i>Promoting Thinking and Conceptual Change with Digital Dialogue Games</i>	2007	49	3,77	8º
6	<i>The Effects of a Web-Based Learning Environment on Student Motivation in a High School Earth Science Course</i>	2007	44	3,38	9º
7	<i>Designing Educative Curriculum Materials: A Theoretically and Empirically Driven Process</i>	2014	41	6,83	4º
8	<i>Design-based Research: Case of a Teaching Sequence on Mechanics</i>	2009	33	3,00	10º
9	<i>Implementing Mobile Learning Curricula in a Grade Level: Empirical Study of Learning Effectiveness at Scale</i>	2014	32	5,33	6º
10	<i>Developing Interpretive Power in Science Teaching</i>	2016	20	5,00	7º

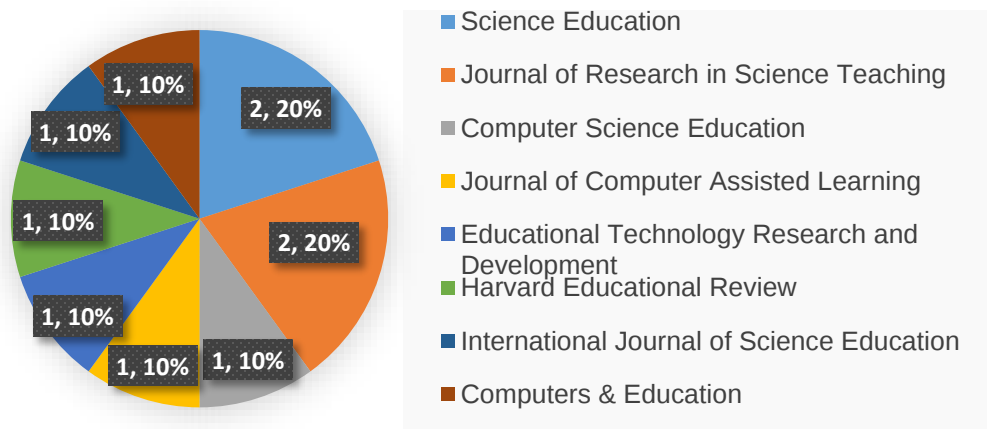
Fonte: elaboração própria.

A partir da análise do Quadro 12, nota-se que o artigo 4 passa a se destacar, já que em apenas 5 anos foi citado 51 vezes, obtendo uma média de 10,20 citações por ano após sua publicação, sendo, em termos de relevância, o 1º colocado. Isso é interessante porque o artigo 10, publicado apenas 1 ano depois não têm nem a metade das citações

que o artigo 4 têm e sua média é de apenas 5,00, ficando em 7º lugar. Acontece algo semelhante com o artigo 7 que passa a ocupar a 4ª colocação em termos de relevância. A colocação dos demais artigos acaba por depender da quantidade de citações total e dos anos em que foram publicados, mas percebe-se que mesmo em termos de relevância os artigos 1, 2 e 3 não mudam tanto de posição, ficando, respectivamente, nas posições 2, 3 e 5. Esse tipo de dado é analisado em maior profundidade mais à diante, quando os artigos são analisados e comparados entre si.

A Figura 2 mostra as revistas nas quais as publicações foram feitas e nota-se que duas dessas revistas têm mais de uma publicação. Ao se inspecionar o fato mais a fundo, percebe-se que os artigos 1 e 3 foram publicados na mesma revista (*Science Education*), no mesmo ano, no mesmo volume e no mesmo número, um após o outro. Outro fato interessante é que as duas pesquisas têm bastante em comum e o artigo 3 cita diretamente o artigo 1. Quanto aos dois artigos publicados no *Journal of Research in Science Teaching*, um deles é de 2011 e o outro, de 2016, sendo, respectivamente, os artigos 2 e 10.

Figura 2 – Revistas nas quais os trabalhos de interesse foram publicados.



Fonte: elaboração própria.

A Figura 2 também permite obter outra informação: 60% das publicações estão em revistas que de algum modo tratam do Ensino de Ciências não diretamente relacionado com o uso de tecnologias digitais (*Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Harvard Educational Review* e *International Journal of Science Education*). Por outro lado, 40% dos artigos estão em revistas nas quais o uso de celulares e

computadores está diretamente relacionado ao ensino e aprendizado científico (*Computer Science Education, Journal of Computer Assisted Learning, Educational Technology Research Development* e *Computers & Education*). Estes últimos são os trabalhos apresentados nos artigos 4 (2015), 5 (2007), 6 (2007) e 9 (2014).

Esse é um dado importante, pois, segundo Garcia *et al* (2011), os avanços da tecnologia são amplos e significativos dentro da sociedade e os docentes precisam estar prontos para lidar com isso dentro das salas de aula. Os mesmos autores também defendem que as tecnologias digitais por si só não favorecem o aprendizado dos alunos mas que seu uso dentro da sala de aula pode ampliar as possibilidades de compreensão dos discentes. Assim, o uso de tecnologias digitais, computadores e celulares nas pesquisas aqui analisadas mostram que o DBR está atualizado com a área de Ensino em Ciências e isso talvez ocorra pelo fato de que esta metodologia tem, como uma de suas características, a proposição de inovações para o ensino, o que pode ser feito através da inclusão de tecnologias digitais no ambiente escolar.

Quanto ao público com o qual a pesquisa é feita, os artigos parecem se dividir em 4 categorias diferentes:

1) trabalha-se com licenciandos de 4º e/ou 5º ano ou com professores recém formados em busca de melhorar suas concepções a respeito de como lecionar Ciências de forma mais efetiva. Os artigos que estão nesta categoria são: 1, 3, 8 e 10.

2) Alunos de Ensino Fundamental I (3ºs, 4ºs e 5ºs anos). Os artigos que estão nesta categoria são: 2, 7 e 9.

3) Alunos de Ensino Fundamental II e/ou Ensino Médio. Os artigos que estão nesta categoria são: 4 e 6.

4) Um público variado (alunos de Ensino Médio, adultos, alunos de graduação e pós graduação). O artigo que está nesta categoria é o 5.

Essas categorias mostram que os estudos envolvendo o uso do DBR não estão restringidos por nível de ensino ou faixa etária, pelo contrário, vários tipos de trabalhos podem ser feitos com os mais diferentes públicos.

A quantidade de pessoas com as quais as pesquisas foram feitas também variou muito. Sendo que no artigo 1 foram 76 licenciandos; no 2, entre 23 e 33 alunos; no 3, entre 34 e 58 licenciandos; no 4, 54 alunos; no 5, mais de 80 pessoas; no 6, 1 professor

e 27 alunos; no 7, 3 professoras e 117 alunos; no 8, entre 3 e 6 professores; no 9, 1196 alunos; e no 10, 26 professores. Ora, isso serve para mostrar que, além do fato de o DBR não estar restringido pelo tipo de público, também não há uma tendência quanto à quantidade de pessoas por estudo. Logo, esse aspecto acaba sendo determinado pelo grupo de pesquisadores que irá realizar o estudo em função do objetivo e do contexto do trabalho.

Quanto à finalidade mais geral das pesquisas, os artigos podem ser divididos em 3 categorias mais amplas:

1) formação de professores (licenciandos dos anos finais e professores com pouca experiência em sala de aula). Os artigos que estão nesta categoria são: 1, 3 e 10.

2) Melhorar a aprendizagem dos alunos de Ensino Fundamental I e/ou Ensino Fundamental II e/ou Ensino Médio e/ou Ensino Superior sobre algum assunto ou conceito científico. Os artigos que estão nesta categoria são: 2, 4, 5 e 6.

3) Produção de sequências didáticas e/ou materiais curriculares mais educativos. Os artigos que estão nesta categoria são: 7, 8, 9.

Estes dados corroboram o que Christensen e West (2018) descreveram, ou seja, que o DBR vem sendo usado como metodologia para uma gama de subáreas dentro do Ensino de Ciências, como em pesquisas para melhorar a formação inicial de professores, para otimizar a aprendizagem dos alunos e aperfeiçoar propostas de sequências didáticas/ mudanças no currículo.

Os trabalhos também variam bastante quanto ao tempo gasto para a aplicação. Algumas das pesquisas aplicaram cursos de algumas horas ou semanas, enquanto outros aplicaram o DBR dentro de um semestre ou ano letivo. Os trabalhos cuja aplicação foi mais curta foram: 2 (7 aulas dentro do ano letivo), 4 (4 aulas de 55 minutos durante 7 semanas), 6 (3 aulas de 45 minutos durante 3 dias), 7 (6 semanas trabalhando uma sequência didática) e 10 (seminário com duração de 30 horas). Enquanto os que aplicaram o DBR durante de 1 semestre/ 1 ano foram: 1 e 3 (disciplina de metodologia dentro de um curso de licenciatura e estágio) e 9 (criação do currículo para o 3º ano de Ciências). Há também pesquisas que não deixam totalmente explícito o tempo de aplicação, como é o caso dos artigos 5 (aplicação de jogos de diálogo) e 8 (formulação de uma sequência didática sobre mecânica).

4.3. Análise das 7 Características Gerais do DBR

Como mencionado anteriormente, Christensen e West (2018) relatam que há certo consenso, entre os pesquisadores da área, sobre 7 características gerais que as pesquisas que utilizam a metodologia do *Design-Based Research* normalmente apresentam. A presença explícita dessas características auxilia no melhor entendimento de como a metodologia foi utilizada, já que ainda não é tão usual no meio acadêmico, o que torna os artigos mais compreensíveis. A seguir, analisa-se a presença ou ausência dessas características nos artigos selecionados com a finalidade de entender os usos e tendências do DBR nas pesquisas mais citadas na área de Educação e Ensino de Ciências.

A primeira característica afirma que o *design* de pesquisa deve evoluir com o tempo. Nos Quadros de 2 a 11 isso pode ser observado através de mudanças nos objetivos e/ou instrumentos de pesquisa e/ou resultados, ou seja, os indícios são mostrados pela presença de mais de um objetivo ou se foram acrescentados novos instrumentos de pesquisa ou se os resultados relatam mudanças no que estava sendo analisado de forma mais específica. Isso é observado, de forma mais ou menos acentuada, em todos os trabalhos com exceção do artigo 2, pois este possui apenas um ciclo de pesquisa, e do artigo 6, que embora tenha ocorrido durante 4 anos (repetição do curso de 3 dias durante o passar dos anos), não menciona mudanças no *design*, ficando implícito que a aplicação se deu da mesma forma durante todo o tempo.

A segunda característica afirma que os contextos devem ser bem definidos. Isso auxilia o público leitor ou outros grupos de pesquisa a entenderem melhor como a pesquisa foi realizada e, caso seja interessante, facilita a aplicação do mesmo *design* em outras circunstâncias. Esse dado pode ser obtido nos Quadros de 2 a 11, nas seções: onde a pesquisa foi realizada, quais e quantos eram os participantes que fizeram parte da pesquisa. Todos os trabalhos definem, de alguma forma, onde o trabalho foi realizado. No entanto, apenas os artigos 2, 6 e 7 definem bem o local, explicitando a região e/ou cidade e/ou bairro, usando dados dos alunos e/ou o nome da escola e/ou a tipo da escola (particular, de periferia, etc.), enquanto os artigos 1, 3, 4, 5 e 9 são menos definidos, por vezes apenas citando o estado ou cidade ou tipo da escola não dando características

específicas do local nem dos alunos. Por último, os artigos 8 e 10 são tão genéricos que se assume que o local é o mesmo de onde estão os pesquisadores que publicaram o trabalho. Quanto a quem eram e a quantidade de participantes, apenas o artigo 8 relata o dado de forma muito implícita, os demais deixam esses dados mais explícitos.

A terceira característica afirma que a pesquisa que utiliza a metodologia do DBR deve ocorrer de maneira iterativa. Nos resumos presentes nos Quadros 2 a 11, essa informação pode ser adquirida nas seções quando a pesquisa foi realizada e quantos ciclos foram feitos. A maioria dos trabalhos lidos apresentou entre 2 e 3 ciclos de pesquisa. São os casos dos artigos 1, 3, 4, 7, 8 e 10. Os demais artigos se diferenciaram dos anteriores pelo fato de que o artigo 2 relata apenas 1 ciclo de pesquisa, o artigo 5 relata que a pesquisa vem sendo conduzida há 10 anos, o artigo 6 relata que o projeto usando DBR foi feito por 4 anos e o artigo 9 relata que o projeto foi feito por 5 ciclos. Esse dado mostra a primeira tendência da área: embora existam exceções à regra, como é o caso do artigo 2 (talvez pelo fato de ser uma pesquisa em fase inicial), a tendência é que pesquisas envolvendo o uso da metodologia DBR sejam reaplicadas pelo menos mais uma vez, ou seja, a pesquisa deve contar com pelo menos 2 ciclos de aplicação.

A quarta característica afirma que a pesquisa deve ser colaborativa. Esse é um dado mais difícil de ser obtido diretamente pelos resumos apresentados. Porém, usou-se a quantidade de autores e se houve alguma interação com docentes de sala para considerarmos se a pesquisa foi, de fato, colaborativa. Isso é feito pois, como citado anteriormente, Christensen e West (2018) apresentam 4 papéis que os pesquisadores podem assumir (pesquisador, administrador do projeto, teórico ou *designer*) ao fazerem parte de um grupo que se utiliza do DBR como metodologia de pesquisa. Embora não seja possível dizer se os autores utilizaram essa divisão, é possível supor que uma quantidade maior de pesquisadores influencie no tipo e quantidade de tarefas de cada um e também auxilie a diminuir o viés de cada indivíduo da equipe na pesquisa sendo feita. Dessa forma, os artigos 1, 2, 3 e 5 foram escritos por apenas um(a) autor(a) e sem colaboração de docentes participantes, levando a crer que o trabalho não se deu de maneira colaborativa, com exceção do artigo 5 que, embora conte com apenas um autor, faz uma revisão de trabalhos feitos pelo grupo de pesquisa em um período de 10 anos. Os demais trabalhos foram feitos com pelo menos 2 autores e alguns deles com a

colaboração de docentes participantes da pesquisa que por vezes auxiliavam nas discussões como é o caso dos artigos 7, 8 e 9.

A quinta característica afirma que as pesquisas que se utilizam do *Design-Based Research* como metodologia devem contribuir no aperfeiçoamento das teorias da educação. Dentre os trabalhos lidos, nenhum propõe mudanças às teorias usadas no referencial teórico. Todavia, o artigo 8 é o único que usa uma gama de referenciais e que parece propor uma teoria/ estrutura própria para explicar como o conhecimento deve ser pensado ao se propor uma sequência didática. Essa proposta surge a partir de várias análises epistemológicas da Física em termos de como modelos explicam o mundo real.

A sexta característica afirma que a pesquisa deve se mostrar prática. Essa característica, igual à quarta, é difícil de ser analisada pois depende de muitos parâmetros. No entanto, parece razoável afirmar que nenhum dos trabalhos seja impossível de ser replicado em outro contexto ou outras realidades. Algumas das dificuldades que poderiam ser enfrentadas seriam o fator do idioma, caso alguma pesquisa quisesse ser realizada em outro país; o currículo que pode ser diferente em outros lugares, tornando necessário repetir as pesquisas dos artigos 7, 8 e 9, por exemplo; os trabalhos que possuem programas de computador como requisito teriam que ser compartilhados e/ou comprados, como os usados nos artigos 4, 5 e 6. Mas mesmo com essas dificuldades, seria possível aplicar todos esses projetos dentro dos próprios países e/ou regiões nos quais foram feitos, o que faz com que todas as pesquisas aqui analisadas possam ser consideradas práticas.

A sétima característica afirma que a pesquisa deve ser produtiva. Isso pode ser analisado através das seções objetivos e resultados, presentes nos Quadros de 2 a 11, porque a relação entre objetivos e resultados torna aparente se as pesquisas foram bem sucedidas ou não. Além disso, através dessas seções é possível visualizar se as mudanças feitas no *design* tiveram algum efeito positivo nos resultados. Ora, este parece ter sido o caso em todos os trabalhos, independente dos objetivos de cada um.

No Quadro 13 há um resumo de todas as 7 características gerais do DBR presentes ou ausentes nos 10 artigos mais citados que foram lidos e resumidos nos Quadros de 2 a 11. A presença da característica foi marcada com um sinal de (+) e a ausência da característica foi marcada com um sinal de (-). A característica 2 possui duas colunas

pois a primeira faz referência à qualidade do contexto definido e a segunda faz referência à descrição mais ou menos acurada da quantidade de pessoas que participou de cada estudo. Na última coluna, foi feita uma soma da quantidade de características que cada artigo apresentou. Este valor poderia variar entre 0 (ausência de todas as características) e 7 (presença de todas as características). Alguns artigos apresentam valores não inteiros pois a característica 2 foi dividida em duas partes e a maioria dos trabalhos apresentou apenas um dos subitens.

Quadro 13 – Resumo da presença ou ausência das 7 características gerais do DBR.

Característica Nº do artigo	1	2.a	2.b	3	4	5	6	7	Soma
1	+	-	+	+	-	-	+	+	4,5
2	-	+	+	-	-	-	+	+	3,0
3	+	-	+	+	-	-	+	+	4,5
4	+	-	+	+	+	-	+	+	5,5
5	+	-	+	+	+	-	+	+	5,5
6	-	+	+	+	+	-	+	+	5,0
7	+	+	+	+	+	-	+	+	6,0
8	+	-	-	+	+	+	+	+	6,0
9	+	-	+	+	+	-	+	+	5,5
10	+	-	+	+	+	-	+	+	5,5

Fonte: elaboração própria.

O valor médio obtido através do Quadro 13 foi de 5,1, ou seja, a maior parte dos artigos apresenta pelo menos 5 das 7 características gerais do DBR, com exceção dos 3 primeiros artigos. Isso é de certa forma surpreendente, pois estes foram os artigos mais citados. No entanto, é preciso lembrar que o Quadro 13 apenas trata das características do DBR, o que não reflete na qualidade do artigo ou da pesquisa em si. Mesmo assim é interessante notar que os artigos mais citados foram os que menos deixaram explícitas as características da metodologia. Uma hipótese sobre o que pode ter ocorrido, se refere à falta de espaço ao se publicar o trabalho, pois o espaço é finito e os autores destes trabalhos julgaram melhor usar o espaço disponível para descrever outras coisas que não os pormenores da metodologia do DBR.

Outro ponto digno de reflexão é a comparação dos dados presentes do Quadro 12 com os do Quadro 13, nos quais é possível notar que os 3 artigos mais citados ocupam, praticamente, as mesmas posições, ou seja, eles são os mais citados e os mais relevantes de acordo com a nossa proposta. No entanto, como já foi mencionado, suas pontuações não refletem a qualidade do trabalho todo, apenas o nível de detalhes dado para a metodologia aqui analisada.

A mudança de posição dos artigos de acordo com as citações (Quadros 12) ou de acordo com a relevância (Quadro 13) também não pode ser justificada, o que corrobora o que Okubo (1997) afirmou, ou seja, que não é possível dizer ao certo o porquê de um trabalho ter sido mais citado que o outro. Também não foi possível dizer a razão pela qual o artigo 4 passou para 1º lugar no quesito de relevância mesmo que os demais trabalhos (artigos de 5 a 10) tenham obtido pontuações tão boas ou melhores que a dele em termos das características gerais do DBR.

5. Conclusão

Este trabalho se propôs a apresentar uma revisão sistemática de como o *Design-Based Research* vem sendo utilizado nas áreas da Educação e Ensino de Ciências. Para isso, a revisão foi feita utilizando-se o banco de dados da *Web of Science* com as palavras-chave “*design-based research*” AND “*science education*” OR “*design-based research*” AND “*science teaching*”. O período de buscas foi definido entre os anos de 2003 e 2019 e as pesquisas foram realizadas no dia 05 de junho de 2020.

Após a pesquisa, foram selecionados os 10 artigos mais citados para serem analisados e comparados entre si usando-se as 7 características gerais do DBR. Esse número de artigos foi escolhido porque a amostra não seria considerada nem muito pequena e nem muito grande.

As análises preliminares mostraram que os artigos analisados foram publicados entre 2007 e 2016 e que em 2 das revistas foram publicados mais de um artigo, ou seja, não foram 10 revistas diferentes, mas um total de 8 revistas. Essa análise também permitiu perceber que 60% das publicações analisadas estão em revistas que não fazem uso explícito das tecnologias digitais para o Ensino de Ciências, enquanto os outros 40% estão em revistas nas quais o uso da tecnologia digital está fortemente presente no aprendizado científico.

Não houve uma tendência quanto ao público com o qual a pesquisa foi feita, pois os artigos se distribuíram por 4 categorias distintas. Isso mostrou que os estudos envolvendo o uso do DBR não estão restringidos por nível de ensino ou faixa etária, pelo contrário, vários tipos de trabalhos podem ser feitos com os mais diferentes públicos. Além disso, a quantidade de pessoas que participaram das pesquisas também variou enormemente, não apresentando nenhuma tendência, e sim dependendo do objetivo de pesquisa ou do contexto específico. Também não houve apenas uma tendência quanto à finalidade das pesquisas, já que estas se dividiam em 3 categorias. O tempo gasto para a aplicação do DBR em cada pesquisa também apresentou grandes diferenças, indo de cursos curtos de 30 horas ou 3 dias até algumas semanas ou mesmo anos.

Quanto à presença ou ausência das características gerais do DBR, a maioria dos trabalhos apresentou 5 das 7 características gerais, sendo que as mais problemáticas foram as características 2 (contexto e espaço definido) e 5 (contribuir no aperfeiçoamento das teorias da educação). Isso porque muitos dos artigos não apresentam o contexto de forma explícita e clara, como o nome da cidade, bairro, nome da escola, contexto da escola, número de alunos, etc. Quanto ao aperfeiçoamento das teorias da educação, realmente não é um ponto trivial da metodologia e muitos trabalhos acabam por apenas proporem formas de trabalhar ao invés de contribuírem com as teorias educacionais. A falta de elementos não significa que a qualidade do artigo ou da pesquisa como um todo seja inferior às demais, apenas significa que estes trabalhos foram menos explícitos em termos das características da metodologia o que pode ter ocorrido pela falta de espaço ao se publicar o trabalho.

Quanto à questão da relevância dos artigos, mesmo que um ou outro tenha sido mais citado durante o período todo ou tenha sido mais citado durante um certo número de anos, não foi possível traçar uma relação em termos da colocação dos artigos segundo a revisão ou segundo a relevância, uma vez que não há como dizer, com certeza, porque um artigo foi citado e não o outro.

Referências

- ANDERSON, T.; SHATTUCK, J. Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? **Educational Researcher**, v. 41, n. 1, p. 16–25, 2012.
- BANNAN-RITLAND, B. The Role of Design in Research: The Integrative Learning Design Framework. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 21 –24, 2003.
- BROWN, A. L. Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 2, n. 2, p. 141–178, 1992.
- CHRISTENSEN, K; WEST, R. E. The Development of Design-Based Research. *In*: WEST, R. E. (2018, editor), **Foundations of Learning and Instructional Design Technology** (1st ed.). Disponível em: <<https://lidtfoundations.pressbooks.com/>>. Acesso em 19 jan. 2021.
- COLLINS, A. Toward a Design Science of Education. Technical Report No. 1, 1990.
- COLLINS, A. Toward a Design Science of Education. *In*: SCANLON, E.; O'SHEA, T. (1992, editores), **New Directions in Educational Technology**. Berlim: Springer-Verlag.
- COSTA, A. B.; ZOLTOWSKI, A. P. C. Como escrever um artigo de revisão sistemática. *In*: KOLLER, S. H.; COUTO, M. C. P. P.; HOHENDORFF, J. V. (2014, Organizadores). **Métodos de Pesquisa: Manual de Produção Científica**. Porto Alegre: Penso, 2014, p. 55-70.
- CORDEIRO, A. M. *et al.* Revisão Sistemática: Uma Revisão Narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.
- DAVIS, E. A. *et al.* Designing Educative Curriculum Materials: A Theoretically and Empirically Driven Process. **Harvard Educational Review**, v. 84, n. 1, p. 24-52, 2014.
- DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n.1, p. 5–8, 2003.
- GARCIA, M. F. *et al.* Novas Competências Docentes Frente às Tecnologias Digitais. Interativas. **Revista Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 79-87, 2011.
- GROOVER, S.; PEA, R.; COOPER, S. Designing for Deeper Learning in a Blended Computer Science Course for Middle School Students. **Computer Science Education**, v. 25, n. 2, p. 199-237, 2015.

LOOI, C. K. *et al.* Implementing Mobile Learning Curricula in a Grade Level: Empirical Study of Learning Effectiveness at Scale. **Computers & Education**, v. 77, p. 101-115, 2014.

McNEILL, K. L. Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and their Abilities to Construct Arguments over the School Year. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 7, p. 793-823, 2011.

Okubo, Y. **Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems**: Methods and Examples. Paris: OECD Publishing, 1997.

RAVENCROFT, A. Promoting Thinking and Conceptual Change with Digital Dialogue Games. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 23, n. 6, p.453-465, 2007.

REEVES, T. C. Design Research from a Technology Perspective. *In*: van den AKKER, J.; GRAVEMEIJER, K.; McKENNEY, S.; NIEVEEN, N. (2006, editors), **Educational Design Research**, London, England: Routledge, v. 1, p. 52–66, 2006.

ROSEBERY, A. S.; WARREN, B.; TUCKER-RAYMOND, E. Developing Interpretive Power in Science Teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 10, p. 1571-1600, 2016.

SCHWARZ, C. Developing Preservice Elementary Teachers' Knowledge and Practices Through Modeling-Centered Scientific Inquiry. **Science Education**, v. 93, n. 4, p. 720-744, 2009.

TIBERGHEN, A.; VINCE, J.; GAIDIOZ, P. Design-based Research: Case of a Teaching Sequence on Mechanics. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 17, p. 2275-2314, 2009.

van den AKKER, J. Principles and Methods of Development Research. *In*: van den AKKER, J.; BRANCH, R. M.; GUSTAFSON, K.; NIEVEEN, N.; PLOMP, T. (1999, editors), **Design Approaches and Tools in Education and Training**, Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, p. 1–14, 1999.

WANG, S. K.; REEVES, T. C. The Effects of a Web-Based Learning Environment on Student Motivation in a High School Earth Science Course. **Education Technology Research and Development**, v. 55, p. 169-192, 2007.

ZEMBAL-SAUL, C. Learning to Teach Elementary School Science as Argument. **Science Education**, v. 93, n. 4, p. 687-719, 2009.