

Uso dos grafos em uma revisão bibliográfica sobre *co-teaching* na área de ensino de ciências

Use of graphs in a literature review on *co-teaching* in the area of science teaching

Gabriel Gomes dos Santos

Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação - CEFET/RJ
gabriel.santos.2@aluno.cefet-rj.br

Thiago Brañas de Melo

Licenciatura em Matemática/ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e
Educação, CEFET/RJ
thiago.melo@cefet-rj.br

Glauco dos Santos Ferreira da Silva

Licenciatura em Física/ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e
Educação, CEFET/RJ
glauco.silva@cefet-rj.br

Resumo

Este trabalho explora o uso de novas ferramentas metodológicas para pesquisa em ensino de ciências e sugere o uso da análise de redes sociais através dos grafos. Nesse sentido, o objetivo é realizar uma análise bibliográfica sobre o termo *co-teaching* em periódicos de língua inglesa em ciências da natureza através do grafo como uma ferramenta organizacional. Neste trabalho, foram analisados um total de 33 artigos sobre *co-teaching* para a coleta de dados, utilizando a plataforma de periódicos CAPES e a Plataforma Sucupira como a fonte de dados. Através da análise dos artigos, extraiu-se os autores e as palavras-chave com o intuito de analisar as redes geradas através de softwares que arquetam uma imagem do grafo, capazes também de se ajustar dependendo da centralidade a ser relatada.

Palavras-chave: grafo, análise de redes, codocência, formação de professores

Abstract

This paper explores the use of new methodological tools for research in science teaching and suggests the use of social network analysis through graphs. In this sense, the objective is to present the graph as an organizational tool to analyze bibliographic data of the term *co-teaching* in English-language publications of research in natural sciences. In this work, a total of 33

articles on co-teaching were analyzed for data collection, using the CAPES journal platform and the Sucupira Platform as the data source. Through the analysis of the articles, the authors and the keywords were extracted in order to generate the images of the networks by software, in order to analyze the main contributors to the research on the topic by degree centrality.

Key words: graph, network analysis, co-teaching, teacher education

Introdução

Este trabalho origina-se de um de um projeto de pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CEFET/RJ). No contexto da pesquisa, foi estudada uma aula de física considerada bem-sucedida (SILVA e MATTOS, 2019), devido à interação dos alunos, ministrada por meio da codocência entre um estagiário (aluno de licenciatura de física) e um professor supervisor no contexto de estágio supervisionado. Durante a pesquisa, foi realizado o mapeamento de falas através da análise de grafos, objetivando compreender quem eram os receptores e emissores de informação. Através de softwares responsáveis por criar imagens das redes, como também reajustar a rede de acordo com a centralidade utilizada na metodologia (seja de grau, intermediação etc.), percebeu-se o estagiário como elemento mais importante daquela aula (SANTOS et al, 2020).

O trabalho pessoal em redes (*networks*), apesar de ser tão antigo quanto a história da humanidade, ganhou visibilidade apenas nas últimas décadas, sendo compreendido como uma ferramenta organizacional (MARTELETO, 2001). Adquirindo o conhecimento sobre a teoria dos grafos, é possível o utilizá-lo como uma ferramenta que analisa os dados de uma forma que possibilita ao usuário novas maneiras para realizar uma pesquisa refinada. Através do uso de softwares que geram redes, é viável a construção de imagens que, dependendo da quantidade de dados, facilitam ao autor e o leitor compreender de forma mais explícita e agradável as informações presentes no cenário a ser analisado.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar, por meio dos grafos, uma revisão bibliográfica sobre *co-teaching* em periódicos internacionais da língua inglesa da área de ensino de ciências da natureza, mapeando quem são os principais autores e palavras-chave.

Codocência

Codocência é um termo que vem sendo utilizado em algumas pesquisas para se referir a uma prática docente compartilhada e cooperativa numa sala de aula, sendo ela desde o planejamento de uma aula, a atuação desta aula e o processo reflexivo-pós aula, tendo a livre tradução do termo inglês *co-teaching* (SILVA, 2013; ABELHA, MARTINS, COSTA, 2008). O trabalho de Pitanga (2019) discute a tradução de *co-teaching* para codocência, logo foi mantido assim mantido pelo fato de a tradução gerar conflitos a termos associados como a colaboração docente, ensino colaborativo, bidocência, docência compartilhada entre outros.

Na literatura encontramos o trabalho de Roth e Boyd (1999) que descrevem e analisam uma situação de uma iniciação à docência, semelhante ao estágio supervisionado no Brasil. Os autores utilizam o termo *co-teaching*, referindo-se ao professor iniciante (estagiário) que realiza um trabalho compartilhado com o professor supervisor de ensinar a turma um conteúdo de

ciências. O destaque desse trabalho é para maneira como o professor iniciante se beneficiou da codocência durante as práticas de estágio. Nesse contexto, Roth e Boyd (1999) afirmam que “a codocência oferece um modo de ensino e aprendizado, uma pedagogia que torna ensino e aprendizado invisível, que caracteriza uma apropriação das práticas [sociais] complexas. (...) Codocência é consistente com a simetria entre o Eu e o Outro” (p. 53). Em um outro trabalho de Roth e Tobin (2001), o mesmo termo *co-teaching* é citado como uma alternativa para a formação de professores, na qual os estagiários conseguiriam adquirir experiência da iniciação à docência durante o estágio supervisionado.

Neste trabalho, vamos adotar “a noção de codocência como uma modalidade de docência colaborativa em que dois ou mais professores ensinam e aprendem juntos em um processo no qual compartilham a responsabilidade pelo aprendizado dos estudantes” (SILVA e MATTOS, 2019 p. 5). Nesse sentido, o nosso grupo de pesquisa compartilha a ideia de Roth e Boyd (1999) que há ainda bastante a ser pesquisado para entender o que os professores de ciências podem aprender quando ensinam juntos.

Análise de redes sociais

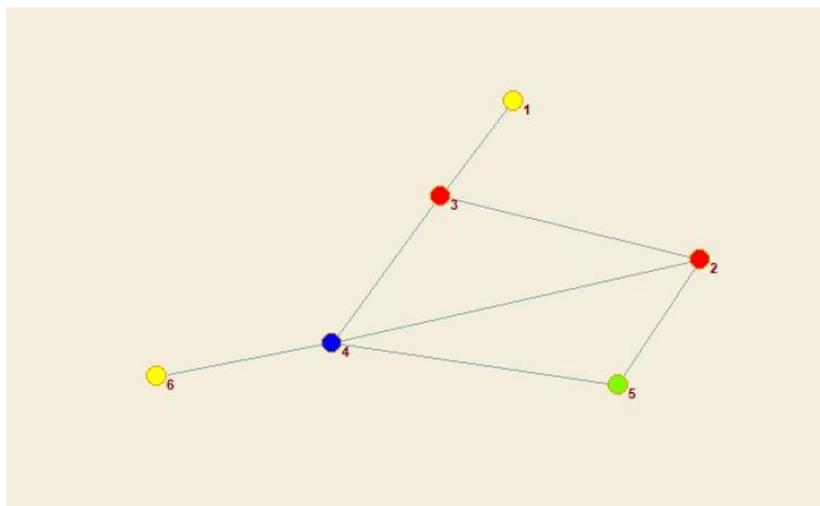
O uso das redes como uma ferramenta organizacional começou a crescer apenas nas últimas décadas (MARTELETO, 2001), dessa forma é necessário compreender alguns conceitos específicos que são abordados nos grafos. Sendo assim, nas redes são chamados de nós os atores sociais, comunidades, palavras etc. Os nós geralmente são representados por pontos na imagem gerada. A ligação entre esses nós são segmentos de retas chamadas arestas (SOUZA; QUANDT, 2008).

Na teoria dos grafos o conceito de centralidade é um dos mais importantes para este tipo de trabalho. De acordo com Marteleto (2001), fazer o cálculo da centralidade de um nó tem como significado identificar qual a sua posição em relação às trocas e à comunicação na rede. A centralidade não necessariamente se refere a uma posição fixa na imagem da rede, mas sobre a quantidade de ligações que nos mostra como o nó está bem mais posicionado em relação às comunicações na rede, aumentando a sua importância.

O conceito de centralidade é vasto, sendo cada tipo de centralidade específico para uma determinada análise. Pelo fato do foco deste trabalho é apresentar o quantitativo dos resultados obtidos, utiliza-se a centralidade de grau. A centralidade de grau pode ser definida como: “uma medida que reflete a atividade relacional direta de um ator. Mede o número de conexões diretas de cada ator num grafo. De acordo com essa medida, o ator que ocupa a posição mais central num grafo é aquele que possui o maior número de conexões diretas com outros atores” (LEMIEUX e OUMET, 2012, p. 26).

A imagem 1 apresenta um exemplo de uma rede que demonstra como a centralidade de grau é analisada.

Figura 1: Exemplo de centralidade de grau.



Fonte: os autores (2022)

Com base na Figura 1, observa-se diferentes nós, nomeados por números de 1 até 6 e representados por cores diferentes, condizentes com sua centralidade de grau. Ao fazer a análise de acordo com a centralidade de grau, observa-se que o nó nomeado como número 4 é o elemento mais importante apresentado, pois apresenta a maior centralidade, referindo-se à quantidade de ligações (arestas) que ele faz com distintos nós. O software Pajek, que foi utilizado para gerar a rede, disponibiliza ferramentas que possibilita a organização da rede de acordo com a sua centralidade, variando a cor dos nós para indicar diferentes valores de centralidade, como também é viável variar o seu tamanho de acordo com a sua importância na rede, compreendendo o contexto da centralidade. O Pajek dispõe informações sobre a rede, calculando o valor de cada centralidade de forma automática. A tabela 1 apresenta os valores das centralidades de grau referente a Figura 1 disponibilizada pelo software.

Tabela 1: Centralidade de grau referente a Figura 1

Nome do Nó	Centralidade de Grau
1	1
2	3
3	3
4	4
5	2
6	1

Fonte: os autores (2022)

Com essas informações é possível compreender as imagens que foram geradas. Nesse trabalho em específico, as redes estão mostrando a centralidade de grau de artigos que abordam codocência, procurando visar quem são os autores mais influentes, como também as palavras-chave e referências.

A constituição do *corpus* de análise

Foi analisado o termo *co-teaching* no contexto da área de ensino de ciências da natureza. Para a procura deste termo, utilizou-se o trabalho de Pitanga (2019), que é uma revisão bibliográfica baseada neste termo. De maneira geral, colheu-se os artigos que continham a palavra *coteaching* ou *co-teaching* no escopo ou título, em publicações de periódicos de língua inglesa na área de ciências da natureza nos últimos 30 anos. Obteve-se um total de 254 artigos, que foram coletados através da plataforma de periódicos CAPES e da plataforma Sucupira. Nessas condições, os periódicos que continham as publicações são:

- Science Education
- Physical Review Physics Education Research
- Physics Education
- Research in Science Education
- Science Education
- International Journal of Science And Mathematical Education
- Journal of Science Education and Technology
- Biochemistry and Molecular Biology Education
- Cultural Studies of Science Education

Então, a partir da catalogação de Pitanga (2019), foi realizada uma análise prévia dos artigos do corpus de análise da autora. Durante o processo de análise, percebeu-se que vários desses artigos listavam os termos *coteaching* ou *co-teaching* apenas nas referências ou era citado poucas vezes durante o texto, ou seja, o artigo citava o uso do *co-teaching*, mas o artigo em si não era sobre o termo.

Através dos artigos selecionados por Pitanga (2019), aplicamos um novo filtro que consistia em analisar se o artigo continha os termos *coteaching* ou *co-teaching* no título, palavra-chave e em seu corpo. Alguns artigos não continham palavras-chave, porém continham tanto no título quanto em seu escopo, então também foram incluídos. Após fazer esse filtro inicial, a quantidade de artigos ficou num corpus pequeno, tendo apenas 13 artigos selecionados. Com pouca quantidade de artigos, seria prejudicial para a construção do grafo, pois ficaria com uma pequena quantidade de informações. Assim, resolvemos aplicar um outro filtro.

Esse novo filtro se consistia em averiguar se o artigo explicava ou citava várias vezes os termos *coteaching* ou *co-teaching*. Então, lia-se o resumo do trabalho para compreender se o artigo abordava o contexto do trabalho em ensino de ciência da natureza utilizando a codocência. Após aplicar esse novo filtro, obteve-se uma quantidade de 33 artigos, sendo assim, um corpus suficiente para gerar grafos com boa qualidade.

Após a filtragem dos artigos, realizamos uma coleta de dados sobre os autores e palavras-chave. Esses dois itens foram utilizados como parâmetros para gerar as redes. Todos os dados foram separados em tabelas no Excel, facilitando a organização para a construção dos grafos.

A coleta de dados desses artigos, baseou-se em catalogar o nome dos autores como também as palavras-chave. Através da catalogação, é possível utilizar o software Pajek, que é responsável por gerar as imagens das redes sociais. O Pajek permite ajustar as redes de acordo com a centralidade a ser analisada, o que facilita a compreensão dos dados ao se reorganizar de acordo com o contexto a ser observado.

O Pajek é um software gratuito que é responsável por gerar os grafos. Ao inicializar o programa, é possível reajustar as posições cartesianas dos nós na rede de diferentes formas, se modelando

a melhor visualização para o caso a ser analisado. O Pajek também é capaz de realizar o cálculo das centralidades, retornando tanto na imagem quanto em uma tabela seus valores. Neste trabalho em específico, utilizou-se a função Network/Create Partition/Degree/Input, que é responsável por realizar o arranjo da rede em função da centralidade de grau.

Análises e Resultados

Para a construção dos grafos, especificamente na questão das palavras-chave, fez-se um reagrupamento de algumas palavras que contém o mesmo significado, mas que estavam escritas de maneiras distintas. Esse reagrupamento foi necessário, pois prejudicaria a rede pelo fato de que apresentaria dois (ou mais) nós distintos representando a mesma palavra-chave, diluindo o valor da centralidade de grau. Então, para gerenciar essas similaridades, organizou-se em conjunto algumas palavras-chave. O quadro 1 mostra as palavras que foram reagrupadas.

Quadro 1: Palavras-chave reorganizadas

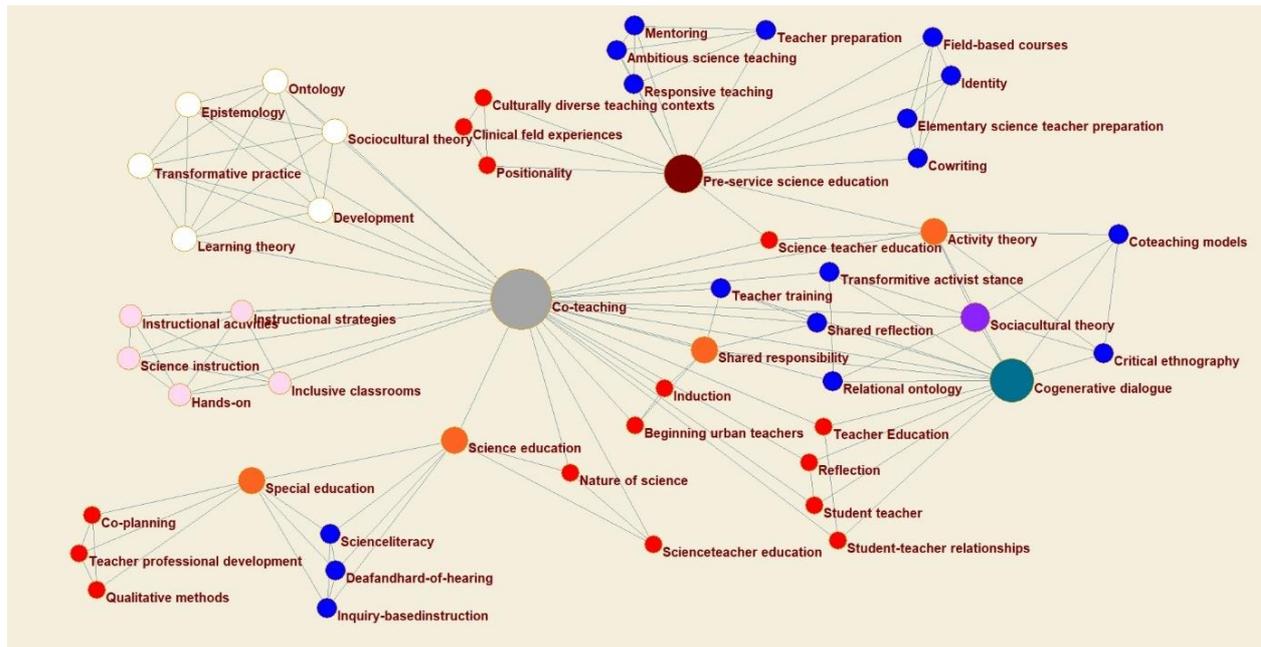
Palavras-chave original	Palavras-chave reagrupada
<i>Co-teaching</i> <i>Coteaching</i>	<i>Co-teaching</i>
<i>Deafedcation</i> <i>Special Education</i>	<i>Special Education</i>
<i>Preservice Science education</i> <i>Preservice Science teacher</i> <i>Pre-service teacher education</i> <i>Student Teaching</i>	<i>Pre-service Science education</i>

Fonte: SANTOS (2021)

As palavras-chave *co-teaching* e *coteaching* foram reagrupadas por serem a mesma palavra, apenas separada por um hífen. Enquanto que *Deafedcation* e *Special Education* apesar de não serem diretamente sinônimos, os artigos que citavam *Special Education* se referiam justamente a surdez,. Por fim, o agrupamento final das quatro palavras para *Pre-Service Sciencie Education* se dá pelo fato de que estão todas ligadas aos trabalhos sobre formação inicial de professores de ciência, especialmente sobre processos de iniciação à docência.

Então, ao gerar a imagem das redes obteve-se um total de quatro grafos. Uma rede é a considerada principal, pois é a que mostra a maior quantidade de vértices conexos enquanto as outras três foram descartadas por serem extremamente pequenas e não terem conexões.

Figura 2: Rede das palavras-chave.



Fonte: SANTOS (2021)

A tabela 2 demonstra a centralidade de grau da figura 2

Tabela 2: centralidades de grau referente a Figura 2

Cor	Centralidade de Grau
Vermelho	3
Azul	4
Rosa	5
Branco	6
Laranja	7
Roxo	8
Marron	14
Azul Acinzentado	18
Cinza	34

Fonte: SANTOS (2021)

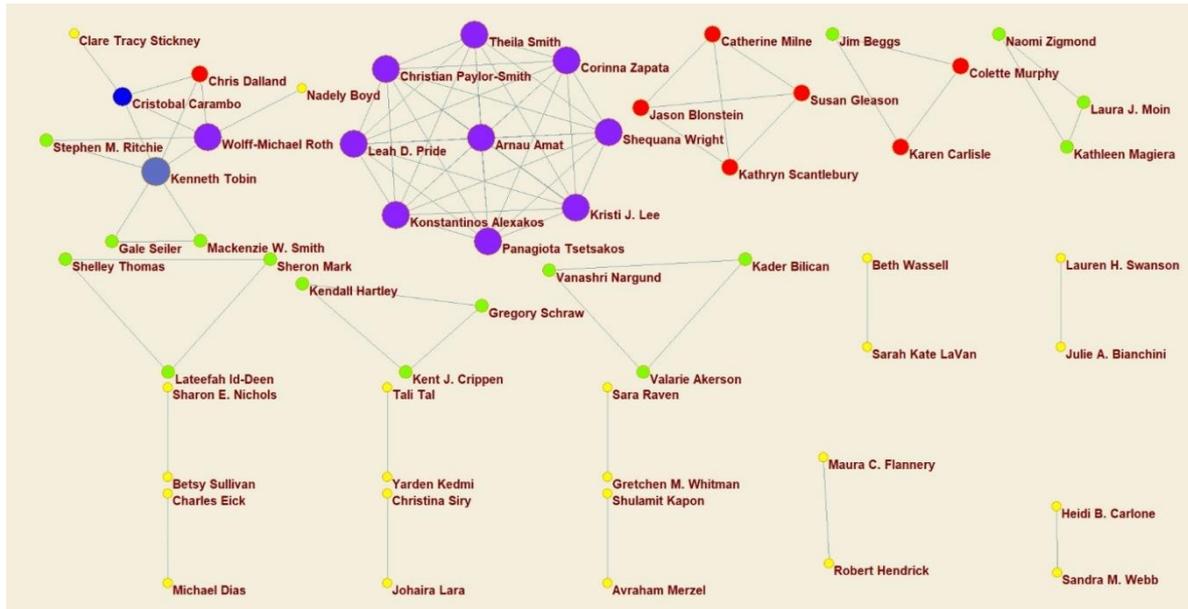
Ao analisar a rede da Figura 2, é possível concluir que, de acordo com a centralidade de grau, as palavras-chave *Co-teaching*, *Cogenerative Dialogue* e *Pre-service Science education* são as mais relevantes. Esta análise implica que essas palavras-chave estão fortemente relacionadas a *co-teaching* (codocência) e podem ser úteis como um referencial teórico ao pesquisar sobre o tema.

As palavras-chave referentes a cor laranja, brancas, rosas, azuis e vermelhas, neste contexto, apresentam uma distância considerável do valor da centralidade de grau em relação a palavra-chave que é mais recorrente. Desta forma, é possível concluir que estas cores, apesar de serem termos que estão ligados diretamente ou indiretamente ao *co-teaching*, não são palavras-chave

convenientes a realizar buscas sobre codocência no ensino de ciências.

As redes referentes aos autores demonstraram uma situação interessante para ser analisada, que deve ser levada em consideração. Inicialmente, demonstra-se que os trabalhos voltados sobre codocência são geralmente pesquisados por grupos fechados que quase não fazem ligações com outros grupos, transformando a imagem em acumulados de pequenas ilhas, que representam pelo menos um artigo feito entre os autores, como é visto na Figura 3.

Figura 3: Redes relacionadas aos autores



Fonte: SANTOS (2021)

A tabela 3 demonstra a centralidade de grau da figura 3

Tabela 3: centralidades de grau referentes a figura 3

Cor	Centralidade de Grau
Amarelo	1
Verde	2
Vermelho	3
Azul	4
Roxo	8
Azul Acinzentado	9

Fonte: SANTOS (2022)

A Figura 3 mostra que há uma sub-rede apenas com elementos da cor roxa, que consiste no grau de centralidade 8. Apesar desta sub-rede apresentar elementos com um certo grau de importância de acordo com a Tabela 3, não necessariamente a sub-rede é considerada relevante, pois está totalmente isolada sem conexões externas, apresentando um grau elevado apenas pelo fato de serem nove pessoas trabalhando no mesmo artigo, implicando oito arestas saindo de cada um dos nós.

A cor representada por azul acinzentada refere-se apenas a um nó que é Kenneth Tobin. Tobin de acordo com o grafo, faz conexões com demais grupos e foi o mais influente de acordo com a centralidade de grau, o indicando como uma boa referência ao fazer buscas e pesquisas sobre o tema de codocência. Wolf-Michael Roth, também apresentando a cor roxa, é conectado de outra maneira em relação aos demais da mesma cor. Ele apresenta uma conexão com Tobin, que foi a maior referência na área de acordo com o contexto desta pesquisa, como também apresentou a segunda maior centralidade de grau, dando indícios de ser uma boa referência ao pesquisar sobre o tema.

Considerações Finais

Através do uso da análise de redes como ferramenta organizacional, permitiu-se a construção de imagens que facilitam a investigação de futuros pesquisadores na mesma área de codocência. Com o uso da ferramenta, foi possível observar que dois temas estão diretamente ligados a codocência que foram, *Cogenerative Dialogue* e *Pre-service Science Education*, enquanto para as melhores referências de acordo com este contexto foi Kenneth Tobin e Wolf-Michael Roth. Sendo assim, este trabalho reduz o tempo necessário de pesquisas com o intuito de achar boas referências como temas que orbitam o objeto de pesquisa. Expandir o uso da análise das redes facilitará a compreensão de uma maneira simples e rápida de um determinado assunto.

Agradecimentos e apoios

O terceiro autor agradece à FAPERJ pelo financiamento do projeto de pesquisa (E-26/210.303/2019 (248327)).

Referências

LEMIEUX, V e OUIOMET, M. **Análise estrutural das redes sociais**. Lisboa: Instituto Piaget, 2012.

MARTELETO, R. M.. Análise de redes sociais - aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da Informação**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 71-81, abr. 2001. Fap UNIFESP (SciELO).

PITANGA, C. F. **Contextos e perspectivas internacionais do co-teaching no ensino de ciências**. 89f. Trabalho de Conclusão (Curso de Licenciatura em Física). CEFET/ RJ, 2019.

SANTOS, G. G., et al. O uso de grafos para análise da docência no contexto da prática de ensino de física. Em: **XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, v. XVIII, p 1-8, 2020.

SANTOS, G. G **O uso de grafos em uma revisão bibliográfica sobre co-teaching na área de ensino de ciências da natureza**, Xf. 2021. Trabalho de Conclusão (Curso de Licenciatura em Física), CEFET-RJ.

SILVA, G. S. F., Mattos, C. Análise da atividade de codocência na prática de ensino na formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira da Pesquisa Sócio-Histórico-Cultural e da Atividade**, v. 1, n. 2, p. p. 1-21, 2019.

SILVA, G. S. F. . **A formação de professores de física na perspectiva da teoria da**



**XIV
ENPEC**

Caldas Novas - Goiás

atividade: análise de uma disciplina de práticas em ensino e suas implicações para a codocência. 327f.. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SOUZA, Q. R.; QUANDT, C. O. Metodologia de Análise de Redes Sociais. In: F. Duarte; C. Quandt; Q. Souza. (Org.) **O Tempo das Redes**. São Paulo: Perspectiva, 2008, p. 31-63



Anexo 1

Artigo	Ano	Periódico
Coteaching, as Colearning, is Praxis	1999	Research in Science Education
Coteaching and Disturbances: Building a Better System for Learning to Teach Science	1999	Research in Science Education
Co-Teaching and Cognitive Spaces: Na Interdisciplinary Approach To Teaching Science to Nonmajors	1999	Science & Education
Coordination in Coteaching: Producing Alignment in Real Time Producing Alignment in Real Time	2005	Science Education
Science Teaching as Knowledgability: A Case Study of Knowing and Learning During Coteaching	1997	Science Education
Building the Authority of Experience in Communities of Practice: The Development of Preservice Teachers' Practica Knowledge Through Coteaching in Inquiry Classrooms	2004	Science Education
Learning by Teaching: a Case Study of Co-teaching to Enhance Nature of Science Pedagogy, Successes, and Challenges	2020	International Journal of Science and Mathematical Education
Coteaching praxis and professional service: facilitating the transition of beliefs and practices	2008	Cultural Studies of Science Education
Tough transitions? Mediating beginning urban teachers' practices through coteaching	2008	Cultural Studies of Science Education
Can they go it alone? Addressing criticisms of coteaching	2008	Cultural Studies of Science Education
Situating relational ontology and transformative activist stance within the 'everyday' practice of coteaching and cogenerative dialogue	2008	Cultural Studies of Science Education
"I didn't know water could be so messy": coteaching in elementary teacher education and the production of identity for a new teacher of science	2011	Cultural Studies of Science Education
Revisiting the dialogue on the transition from coteaching to inservice teaching: new frameworks, additional benefits and emergent issues	2008	Cultural Studies of Science Education
Pre-service physics teachers' learning from guided cycles of pedagogical design and teaching of lessons	2018	Physics Education
Educating Science Teachers for the Sociocultural Diversity of Urban Schools	1999	Research in Science Education
Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning	2006	Research in Science Education
LEARNING IN PROFESSIONAL PRACTICE SCHOOLS: BEYOND CLINICAL EXPERIENCES AND TEACHER WORKSHOPS	1992	Research in Science Education
Science in Silence: How Educators of the Deaf and Hard-of-Hearing Teach Science	2019	Research in Science Education



How Learning to Become a Teacher-Researcher Prepared an Educator to do Science Inquiry with Elementary Grade Students	1999	Research in Science Education
Teaching the Nature of Science from a Philosophical Perspective	2020	Science & Education
Persistence of the two-worlds pitfall: Learning to teach within and across settings	2018	Science Education
Teaching to Learn: A View From the Field	2006	Science Education
On (Not) Overcoming Our History of Hierarchy: Complexities of University/School Collaboration	2005	Science Education
Educative Mentoring: Promoting Reform-Based Science Teaching Through Mentoring Relationships	2010	Science Education
Time and Temporality as Mediators of Science Learning	2007	Science Education
INSTRUCTIONAL ACTIVITIES AND GROUP WORK IN THE US INCLUSIVE HIGH SCHOOL CO-TAUGHT SCIENCE CLASS	2008	International Journal of Science and Mathematical Education
Getting to the root of the matter: pre-service teachers' experiences and positionalities with learning to teach in culturally diverse contexts	2019	Cultural Studies of Science Education
Co-planning among science and special education teachers: How do different conceptual lenses help to make sense of the process?	2014	Cultural Studies of Science Education
Teaching socioscientific issues: classroom culture and students' performances	2006	Cultural Studies of Science Education
Solidarity and conflict: aligned and misaligned prosody as a transactional resource in intra- and intercultural communication involving power differences	2010	Cultural Studies of Science Education
Transferring schema or transforming cultures?	2008	Cultural Studies of Science Education
Mindfulness and discussing "thorny" issues in the classroom	2016	Cultural Studies of Science Education
Negotiating the transition between different teaching contexts through shared responsibility and shared reflection	2008	Cultural Studies of Science Education