

INDICADORES DE REDE EM FÓRUMS VIRTUAIS: INTERAÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

NETWORK INDICATORS IN VIRTUAL FORUMS: INTERACTIONS OF SCIENCE TEACHERS

INDICADORES DE RED EN FOROS VIRTUALES: INTERACCIONES DE PROFESORES DE CIENCIAS

Ricardo Henrique Pucinelli

Pós-doutor pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, CEO do Instituto Brasileiro de Ensino e Pesquisa em Análise Qualitativa (IBEPAQ)

<https://orcid.org/0000-0003-2935-1966>

E-mail: pucinelli@alumni.usp.br

Marcelo Giordan

Doutor em Ciências (Química) pela Universidade Estadual de Campinas, Professor Titular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP)

<https://orcid.org/0000-0002-4646-0139>

E-mail: giordan.usp.br

RESUMO

Este artigo analisa as interações entre professores de Ciências em formação continuada, em um fórum de discussão on-line, por meio da Análise de Redes Sociais (ARS) e da análise discursiva. O objetivo foi investigar os padrões de rede e o caráter argumentativo das mensagens em um curso da Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). A metodologia combinou análise sociométrica e análise *Rainbow*, com apoio dos softwares SNAPP, NetDraw, UCINET e NVivo. Os resultados indicam o papel central do tutor na articulação das interações e a predominância de discursos com estrutura argumentativa. O estudo reforça o potencial dos fóruns virtuais, na promoção da aprendizagem colaborativa.

Palavras-chave: ensino on-line; formação continuada de professores; pesquisa qualitativa; análise de redes sociais; REDEFOR.

ABSTRACT

This article analyzes the interactions among Science teachers in continuing education within an online discussion forum, using Social Network Analysis (SNA) and discourse analysis. The objective was to investigate network patterns and the argumentative nature of messages in a course from the São Paulo Teacher Education Network (REDEFOR). The methodology combined sociometric analysis and *Rainbow* framework, supported by SNAPP, NetDraw, UCINET, and NVivo software. Results indicate the tutor's central role in articulating interactions and the predominance of argumentative discourse. The study reinforces the potential of virtual forums to foster collaborative learning.

Keywords: online teaching; continuing teacher training; qualitative research; social network analysis; REDEFOR.

RESUMEN

Este artículo analiza las interacciones entre profesores de Ciencias en formación continua dentro de un foro de discusión en línea, utilizando el Análisis de Redes Sociales (ARS) y el análisis del discurso. El objetivo fue investigar los patrones de red y el carácter argumentativo de los mensajes en un curso de la Red São Paulo de Formación Docente (REDEFOR). La metodología combinó análisis sociométrico y el marco analítico *Rainbow*, con apoyo de los programas SNAPP, NetDraw, UCINET y NVivo. Los resultados indican el papel central del tutor en la articulación de las interacciones y la predominancia del discurso argumentativo. El estudio refuerza el potencial de los foros virtuales para promover el aprendizaje colaborativo.

Palabras-clave: enseñanza en línea; formación continua del profesorado; investigación cualitativa; análisis de redes sociales; REDEFOR.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de globalização da economia, na sociedade atual, têm mobilizado as instituições de ensino a pensarem sobre novas maneiras de se garantir a formação de profissionais de maneira a suprir eficaz e rapidamente a demanda e a gama de diversidades de qualificações profissionais, levando em conta que estamos vivenciando um novo panorama social, no qual a tecnologia está revolucionando a maneira como as pessoas interagem entre si e com o meio onde estão inseridas. Caminhando nessa mesma direção, os cursos de formação de professores também despontaram nos programas de Ensino a Distância (EaD), especialmente após a pandemia de covid-19.

Este texto faz um recorte da tese “Caracterização e análise de interações em fóruns de discussão de professores de ciências em formação continuada on-line”, que verificou a interação em fóruns de discussão de professores de ciências da rede pública estadual, em um curso de especialização intitulado Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). O REDEFOR foi fruto de um convênio entre a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP) e a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) para a oferta de cursos de pós-graduação. Foram ofertados dezesseis cursos de especialização: treze nas disciplinas do currículo e três cursos de gestão. Os cursos tiveram duração de um ano e dois oferecimentos: 1º oferecimento (2010-2011) e o 2º oferecimento (2011-2012).

O REDEFOR têm como princípio uma educação *on-line* que, conforme aponta Mill (2012, p. 23), é uma modalidade que apresenta como característica principal uma proposta de ensino e aprendizagem apoiada em diferentes tecnologias e ferramentas, por exemplo, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), sem que haja a necessidade de professores e alunos estarem no mesmo local ao mesmo tempo. Almeida (2003, p. 332) caracteriza o ensino *on-line* como uma modalidade de interações (síncronas e assíncronas) entre os participantes via internet, que podem se dar a partir de diferentes perspectivas comunicacionais, quais sejam: comunicação um-a-um, comunicação um-todos e comunicação todos-todos. Para Santos (2009, p. 5663-5664), o conceito de educação *on-line* está diretamente ligado ao conceito de cibercultura por integrar “ações de ensino-

aprendizagem ou atos de currículo mediados por interfaces digitais que potencializam práticas comunicacionais interativas e hipertextuais”, aproximando indivíduos geograficamente distantes utilizando os AVA, as teleconferências e as videoconferências.

O AVA é o local onde se estabelecem as principais relações interpessoais entre os cursistas com outros cursistas e entre tutores e cursistas (Akram; Li, 2024). O AVA tende a possibilitar diversas maneiras de se estabelecerem essas relações, em especial, por meio das Ferramentas de Aprendizagem, por exemplo, *chat*, fórum, *wiki*, entre outras (Aluani, 2015; Singh *et al.*, 2024; Slavic *et al.*, 2024). Consequentemente, diferentes tipos de AVA têm sido apresentados, com suas vantagens e características próprias de uso. Os AVA são entendidos por diversos autores como sendo espaços ou ambientes digitais voltados para o ensino e a aprendizagem, mediados por Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e potencializados pelo uso de mídias, linguagens e recursos, possibilitando diferentes níveis de interação com os elementos tecnológicos e entre os sujeitos interagentes, ampliando as possibilidades de comunidades virtuais (Akram; Li, 2024; Almeida, 2003; Alves; Fraga; Silva, 2004; Giordan, 2011; Santos, 2009). Os autores Silva e Pereira (2012, p. 42) defendem a ideia de que os espaços síncronos e assíncronos existentes em AVA têm “diferentes objetivos e proporcionam modos diversos de interação e de estruturação de texto, extensão do conteúdo e da postagem, organização e mediação da conversação”. Giordan (2011, p. 54) aponta que “as ferramentas de comunicação [de um AVA] ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem, sobretudo porque há muitas formas de interagir em diferentes meios e em diferentes tempos”, ao mesmo tempo que “elas devem cumprir funções de mediação nos quatro atributos da comunicação, a saber: [...] as variantes axiológica, estética, cognitiva e social” (Giordan, 2011, p. 54-55).

As pesquisas em Análise de Redes Sociais (ARS) despontam no começo do século XXI e vêm em um processo crescente de publicações em vários segmentos, fomentando novas metodologias de coleta e análise de dados em campos diversos da pesquisa, por exemplo, na Biologia (Redes Neurais), no Comércio (Redes de Comunicações), além das próprias Redes Sociais *on-line* (Facebook, Twitter), entre outras.

A ARS é um método de organizações conceituais, em que estão associadas um progressivo aumento em ciências ambientais e sociais, entre outras (Barabási; Pósfai, 2016; Khanam; Srivastava; Mago, 2023; Lim, 2023; Loosemore, 1998; Scott, 2002, 2012, 2013). Em

essência, a ARS entende que pontos e linhas em um sociograma (ou grafo) representam agentes e suas relações sociais. O padrão de conexão entre as linhas em um sociograma representa a estrutura relacional de uma sociedade ou de um grupo social e a análise matemática das informações de rendimentos de um sociograma sobre essa estrutura de relações sociais (Scott, 2002). Por sua vez, a estrutura relacional é definida como os “elementos diferenciados que podem ser reconhecidos através de padrões de comunicação que fluem em um sistema” (Rogers; Kincaid, 1981, p. 146 *apud* Loosemore, 1998, p. 315) e essas estruturas podem ser descritas mediante índices numéricos derivados de algoritmos matemáticos. Todas as técnicas de ARS são baseadas na matemática algorítmica da teoria dos grafos, sendo que elas não são concebidas com casualidade, mas com explanação e compreensão (Barabási; Pósfai, 2016; Borgatti; Everett; Johnson, 2013; Loosemore, 1998; Scott, 2002; Singh *et al.*, 2024). A utilização de conceitos ligados à Sociologia permite complementar os indicadores matemáticos e a ilustração da rede, atribuindo significados às relações entre os seus participantes (análise sociométrica). É relevante esclarecer que as técnicas de ARS não se limitam somente ao uso de um *software*. O fator fundamental para resultados de qualidade são as técnicas de levantamento de dados, os tipos de questões que se perguntam e a separação das camadas de informação que o mapeamento pode produzir (Bez; Faraco; Angeloni, 2011; Borgatti; Everett; Johnson, 2013).

De forma geral, a ARS é empregada como um instrumento de análise das relações entre os indivíduos e procura espelhar questões sobre a representação das dinâmicas e estruturas sociais em um dado cenário de aplicação, buscando analisar suas causas e consequências (Loosemore, 1998). Por sua vez, vários autores têm demonstrado que a ARS se apresenta como uma metodologia útil na monitoria da participação, interação e colaboração desenvolvidas em redes em comunidades de aprendizagem on-line, não só após o desenvolvimento das atividades, mas como um método de regulação dos padrões comunicacionais estabelecidos durante as atividades (Bez; Faraco; Angeloni, 2011; Fidalgo; Thormann, 2012; Scott, 2002; Teixeira; Verhine, 2014).

Em estudos de ARS, tende-se a praticar um padrão de análises dos dados a partir de estudos de sociogramas (Bez; Faraco; Angeloni, 2011; Teixeira; Verhine, 2014), para posteriormente analisar outros itens, como Centralidade, Grau de Centralidade, Densidade,

Grau de Saída e Grau de Entrada de cada ator (ou nó), Índice de Centralização, Grau de Intermediação, Poder, Caminhos Geodésicos, entre outros. Também se realizam análises estatísticas descritivas das redes, como Desvio-padrão, Média, Soma, Variância, Mínimo e Máximo.

Por sua vez, vários autores (Coll; Monereo, 2010; Fuks; Pimentel, 2011; Mercado et al., 2012) apontam que os AVA integram diversos sistemas colaborativos (síncronos e assíncronos) que possibilitam estratégias para uma maior interação. Para eles, os sistemas síncronos são espaços de comunicação que exigem a participação dos alunos e professores em eventos marcados, com horários específicos para que ocorram, por exemplo, *chats*, videoconferências ou audioconferências pela internet por meio de uma plataforma *on-line*. Já os sistemas colaborativos assíncronos independem de tempo e lugar: podem ser, por exemplo, fóruns de discussão, *e-mails*, diários de bordo, *wikis*. Alguns benefícios desses sistemas assíncronos são: flexibilidade de acesso a qualquer tempo e em qualquer lugar; tempo para refletir, no qual o aluno pode pensar e verificar referências; contextualização, permitindo oportunidades de integrar as ideias em discussão com os colegas.

Alguns autores reconhecem como benefícios pedagógicos dos fóruns de discussão: participação igualitária, interação de muitos para muitos, o envolvimento dos alunos, a promoção de aprendizagens, em uma atividade reflexiva e de troca de ideias por meio de um processo não linear (Biesenbach-Lucas, 2003; Williams; Murphy, 2002). Gibson (2013) e Schrire (2006), ao refletirem sobre o processo de aprendizagem presente nos fóruns de discussão, defendem a concepção de que esse processo de “deliberação e articulação de ideias tem o potencial de melhorar a escrita e habilidades de pensamento dos cursistas”, caracterizando-a como “dialógica por natureza”. Tais interações têm significado interpessoal em destacar a importância da interação do aluno na perspectiva de construção do conhecimento. As mesmas autoras ainda defendem que a interação entre os estudantes, em um fórum de discussão, os ajuda a aplicar e integrar novos conhecimentos no curso, engajando-os na construção de significados por meio dessa interação.

Neste estudo, entende-se o tutor como um agente pedagógico que atua na promoção da aprendizagem ativa, colaborativa e autorregulada dos cursistas em ambientes virtuais. Sua função extrapola a mera moderação técnica, exigindo

competências para gestão da participação, estímulo à motivação e desenvolvimento de estratégias de acompanhamento ajustadas às necessidades do grupo (Laranjeiro, 2008; Mercado *et al.*, 2012). Nos fóruns de discussão, o tutor assume um papel dinâmico e participativo, intervindo, orientando e refletindo junto aos cursistas (Coll; Monereo, 2010; Domínguez Figaredo; Alonso Díaz, 2004). Conforme Berne (1995), o tutor deixa de ser apenas transmissor de conteúdos para se tornar consultor, provocador de questionamentos e facilitador da construção coletiva de conhecimento, favorecendo contextos ricos de aprendizagem cooperativa.

Por sua vez, a importância do diálogo se baseia em princípios da teoria sociocultural. Essa teoria considera a aprendizagem individual como socialmente mediada, incorporando princípios como a aprendizagem ativa, a autorreflexão, a aprendizagem autêntica e a aprendizagem colaborativa (Engeström; Miettinen; Punamäki-Gitai, 1999; Wertsch, 1985, 1999). Os fóruns de discussão podem proporcionar aos cursistas oportunidades, tais como a autorreflexão, elaboração e análise em profundidade do conteúdo do curso, permitindo a construção intencional de conhecimento (Pena-Shaff; Nicholls, 2004).

Este trabalho, apoiado em diversos autores (Burnham *et al.*, 2012; Giordan, 2013; Oliveira *et al.*, 2012), defende a concepção de que os fóruns de discussão constituem, atualmente, espaços privilegiados no ensino *on-line* e o papel que desempenham nesses contextos e dentro de um AVA coloca nessas ferramentas um importante instrumento de trabalho, de comunicação e concretização de aprendizagens.

1.1 Contexto, problema e objetivos de investigação

Este estudo assumiu, como contexto de análise, o 2º oferecimento Curso de Especialização em Ensino de Ciências, oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (EEC-FEUSP-REDEFOR) em parceria com a SEE-SP, intitulado REDEFOR. O programa, em particular, teve o seu oferecimento através de um AVA usando como suporte o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (MOODLE).

Neste estudo, os critérios utilizados para a escolha da Disciplina “EC-08 – Vida e Educação em Ciências” (Bizerra; Ursi, 2010) são: 1) compõe o último módulo do curso; 2)

apresenta uma consolidação dos “professores-cursistas” (Nery, 2014) com seus respectivos tutores; 3) os cursistas estão integrados ao AVA e dominam as ferramentas de comunicação; e 4) o fórum de discussão da semana 3 foi analisado tanto quantitativamente quanto qualitativamente.

Este estudo busca responder as seguintes questões: Qual padrão de discurso tenderam a desenvolver os participantes em um fórum de discussão sobre evolução e história da ciência? Que tipos de relação se estabeleceram entre os tutores e os seus respectivos professores-cursistas? Para tanto, têm-se como objetivos de investigação: I) analisar a configuração de rede social associada ao fórum de discussão analisado, buscando documentar e descrever os padrões de interação comumente observados; II) apresentar os principais indicadores sociométricos das interações estabelecidas entre os participantes do fórum; III); apresentar a análise *Rainbow* do padrão discursivo desenvolvido no fórum analisado.

Os objetivos apresentados aqui tomam um caráter de pesquisa mista, ou seja, ora apresentam uma abordagem quantitativa, ora apresentam uma abordagem qualitativa. Esse tipo de pesquisa possibilita que “o viés inerente a uma medida seja contrabalanceado com os pontos fortes da outra” (Gray, 2012, p. 173). Outros autores comentam que, “ao se utilizar vários métodos, os resultados convergem e se corroboram, fortalecendo a validade das conclusões” (Flick, 2008; Greene; Caracelli; Graham, 1989).

Na literatura há poucos trabalhos que relatam estudos realizados sobre o REDEFOR, especificamente, com a temática “formação continuada *on-line* de professores de ciências”. Os trabalhos que apresentam como característica predominante uma abordagem qualitativa focaram o papel da tutoria e as relações desses profissionais com os seus cursistas (Aluani, 2015; Barbosa, 2014; Nery, 2014; Reis, 2013). Outro trabalho abordou a formação continuada de professores com o propósito de iniciar os professores-cursistas no universo da pesquisa acadêmica (Massi; Giordan, 2014b). Dois trabalhos relacionam-se com a formação do tutor como orientador em um AVA (Massi; Giordan, 2014a, 2017). Dentre aqueles que se destacaram como pesquisa quantitativa e qualitativa, os estudos analisaram as produções dos professores-cursistas, especificamente suas Sequências Didáticas (Lima, 2016; Paulo, 2016; Silva, 2018). Em nenhum dos trabalhos citados acima houve o relato do uso de Análise de Redes Sociais para a categorização das

interações sociais que se estabeleceram nos fóruns de discussão e/ou o uso de análises que possibilitassem quantificar e qualificar o teor das discussões nos fóruns de discussão.

Por sua vez, a importância dos estudos pautados nas análises de redes sociais possibilitam “documentar as relações que se estabelecem nos ambientes virtuais” (Recuero; Bastos; Zago, 2015); outros trabalhos apontam que, ao se estudarem as redes sociais, é possível perceber como as estruturas de uma rede podem moldar o fluxo de informações e seus recursos (Borgatti; Everett; Johnson, 2013; Scott, 2012; Slavic *et al.*, 2024); outros trabalhos apontam que por meio da ARS é possível verificar se os estudantes possuem crenças comuns ou permanecem divididos nas opiniões sobre a escola; quais professores têm maior influência sobre os outros sujeitos do ambiente escolar; quão rápido os alunos aprendem; se os materiais podem ser agregados de maneira precisa (Carolan, 2014; Kadushin, 2012; Khanam; Srivastava; Mago, 2023).

Finalmente, há trabalhos que apontam a necessidade de se discutirem as características inerentes às atividades didáticas que desencadeiem e sustentem a argumentação em contextos colaborativos (Akram; Li, 2024; Baker *et al.*, 2007; Lim, 2023; Schwarz *et al.*, 2003; Souza; Queiroz, 2015; Swan, 2002).

2 METODOLOGIA

A fim de garantir a viabilidade da análise dos dados, todos os professores-cursistas do EEC-FEUSP-REDEFOR assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para a utilização dos dados disponíveis pela plataforma, ao mesmo tempo em que se garantiu a total confidencialidade e anonimato.

Inicialmente, procedeu-se à coleta do relatório de interação entre os professores-cursistas e o seu respectivo tutor produzido pelo *software Social Networks Adapting Pedagogical Practice (SNAPP)* versão 1.5 (Bakharia, Heathcote; Dawson 2009). O SNAPP forneceu informações sobre: a) o número total de postagens; b) o número de mensagens por usuário; c) a frequência das postagens; d) o número de mensagens e respostas das mensagens enviadas por cada indivíduo integrante do fórum analisado.

Esses dados foram tratados e depois usados por outro *software*, o *UCINET 6 for Windows: software for Social Network Analysis* – versão 6.586 (Borgatti; Everett; Freeman,

2002). A análise dos dados foi combinada com um outro *software*, o *NetDraw* – versão 2.154 (Borgatti, 2002), que realiza a elaboração de sociogramas para representar as relações que se estabelecem em fóruns de discussão. Os dois últimos *softwares* possibilitam ter uma visão sistematizada das relações sociais estabelecidas em um AVA e abrem caminhos para análises quantitativas e qualitativas das interações em questão. Entre outras funções que o *NetDraw* apresenta, destaca-se a identificação dos inscritos nos fóruns analisados, possibilitando uma melhor visualização das interações.

Os dados coletados foram armazenados em uma base de dados digital, justamente para facilitar o seu acesso e manuseio. Na sequência, promoveram-se as análises qualitativas a partir da observação dos sociogramas apresentados pelo *NetDraw*, usando um modelo de ordenação dos nós denominado “*Spring Embedding*”, que faz com que o elemento de proximidade seja a distância geodésica entre os nós, que corresponde ao número de *links* no caminho mais curto entre um par de nós, através do qual “o algoritmo de ordenação, [...] tanto coloca para fora os pontos correspondentes aos nós com distância geodésica curta que seriam juntos, bem como aproxima os pontos que, entre eles, seriam muito distantes no diagrama” (Borgatti; Everett; Johnson, 2013, p. 103).

Levando-se em consideração que as redes são definidas por seus atores e suas conexões entre eles, passa a ser útil saber descrever uma rede por meio de propriedades simples. Centrando primeiramente na rede como um todo, alguém pode se interessar em saber qual o número de atores, o número de conexões que são possíveis e o número de conexões efetivamente existentes. Segundo Hanneman (2002b, p. 7), “o número e o tipo de ligação que os atores têm são a chave para determinar até que ponto sua inclusão na rede limita sua conduta e como a gama de oportunidades influencia o poder que eles têm”.

Para fins de comparação e de análise, obtiveram-se as seguintes métricas de rede: a distância geodésica, a densidade e o índice de centralização. A distância geodésica apresenta o comprimento do caminho mais curto para que dois nós possam se encontrar. Ele não necessariamente é único, ou seja, pode haver diversos trajetos. A densidade (D) é definida como o número de ligações reais diretas dividido pelo número de possíveis ligações diretas em uma rede (Alejandro; Norman, 2005; Barabási; Pósfai, 2016; Hanneman, 2002a; kadushin, 2012). O Índice de Centralização (IC) é um indicador de análise da rede

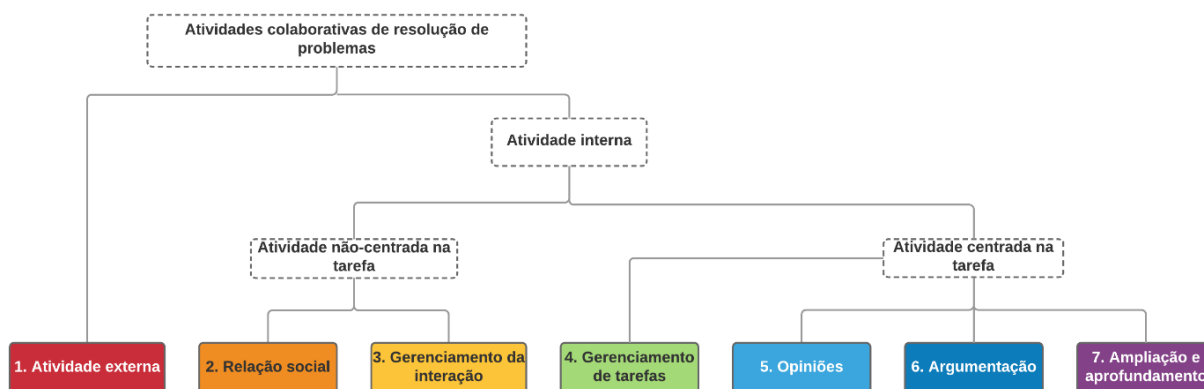
como um todo; ele aponta se um sujeito exerce um papel claramente central ao estar ligado a todos os outros nós (Hanneman, 2002a).

Por sua vez, foram registradas as três principais medidas de centralidade do Grupo 9B: Grau de Centralidade (*Degree*), Proximidade (*Closeness*) e Grau de Intermediação (*Betweenness*), que juntamente com a Densidade e com a Reciprocidade constituem o que alguns autores denominam “Indicadores de Rede” (Alejandro; Norman, 2005; Borgatti; Everett; Johnson, 2013; Matheus *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2006). O Grau de Centralidade é uma medida focada no quão centralizado um grafo está em torno de determinados nós. Scott (2013) compara a Centralidade em relação à Densidade. Para o autor, enquanto a Densidade foca o “nível de coesão geral” de um grafo (entendido como o quão interconectado ele está), a Centralidade foca em torno de quais pontos focais essa coesão está organizada. Por isso, diz-se que essas medidas são complementares. Assim, se uma rede tem um alto Grau de Centralidade, isso significa dizer que há poucos nós “segurando” a rede como um todo, ou seja, centralizando a rede. O Grau de Centralidade divide-se em Grau de Entrada (*inDegree*) e Grau de Saída (*outDegree*), dependendo da direção dos fluxos. Newman (2004, p. 1) explica que o Grau de Intermediação (*Betweenness*) pode ser uma métrica de “influência que um determinado nó tem no espalhamento de informação na rede”, uma vez que, quanto mais “ponte” um nó é, mais relevante é sua função de “*gatekeeper*” na decisão de quais informações circulam entre os diferentes grupos. O Grau de Proximidade é uma medida do quanto um determinado nó está próximo dos demais na rede. Trata-se de uma medida que leva em conta a distância média entre um nó e os demais nós da rede. A medida de proximidade auxilia a compreender, por exemplo, o quão distante um determinado nó está do centro de informações. Quanto menor sua medida de proximidade, mesmo que o nó esteja mais periférico no grafo, mais próximo dos demais e, portanto, mais sujeito a influências ele está. Essa é uma medida relevante para se analisar casos de influência e de alcance de informações, por exemplo (Hanneman, 2002a; Newman, 2004).

Para fins de análise qualitativa, consideraram-se apenas as discussões realizadas pelo Grupo 9B na Semana 3 da disciplina EC-08, objetivando a integração entre as análises feitas via ARS e as elaboradas via quadro analítico *Rainbow* (Baker *et al.*, 2007). O quadro analítico *Rainbow* (Baker *et al.*, 2007, p. 315) foi desenvolvido para o projeto “SCALE

(Internet-based intelligent tool to Support Collaborative Argumentation-based Learning in secondary schools)” e financiado pela “Comunidade Europeia no âmbito do Programa de Tecnologia das Sociedades da Informação”. O *Rainbow* visa apresentar uma abordagem analítica para um tipo específico de interação produzida em situações colaborativas de interação – debates mediados por computador. O *Rainbow* está constituído por sete categorias analíticas e tem como principal objetivo “determinar até que ponto os alunos realmente se envolveram em atividades argumentativas”, ampliando e aprofundando suas concepções a respeito dos temas propostos (Baker et al., 2007, p. 317). Por sua vez, o principal objetivo metodológico desse quadro analítico é “permitir que as sete categorias de interação sejam quantificadas [...], dentro de uma abordagem experimental [...], de tal modo que essas frequências possam ser correlacionadas [...]” (Baker et al., 2007, p. 318). As categorias de análise se baseiam em algumas distinções teóricas básicas, representadas na forma de uma árvore de decisão, cujas folhas são as categorias (veja Figura 1).

Figura 1: Categorias de análise *Rainbow*.



Fonte: Adaptado de Baker et al. (2007).

A primeira dessas distinções fundamentais é entre a atividade que está “dentro” do que é prescrito pelos professores-autores do que o que está “fora” dela (Baker et al., 2007, p. 324; 326-327). Por exemplo, se o professor-autor solicitar aos alunos que desenvolvam determinada tarefa para compreender o funcionamento do sistema respiratório e se esses alunos se aplicarem na atividade, resolvendo esse problema e se mantendo atentos para o objetivo pedagógico proposto, então eles estão “dentro” da atividade; caso contrário, eles estão “fora” quando, por exemplo, discutem o que comer no churrasco que acontecerá no próximo final de semana.

A segunda distinção fundamental se dá dentro da “atividade interna”, entre aqueles que se concentram na “tarefa” ou “problema a ser resolvido” e entre aqueles que focam diferentes aspectos do gerenciamento de colaboração na realização dessa tarefa (Baker et al., 2007, p. 325; 328-329). Na última subcategoria (atividade não centrada na tarefa), o quadro analítico restringe sua análise a dois aspectos principais: “relação social” predominantemente e tipos de “gerenciamento da interação” (Souza; Queiroz, 2015, p. 98).

A terceira distinção se dá a partir da “atividade centrada na tarefa” (Baker et al., 2007, p. 325; 330-332). Em muitos diálogos centrados nas tarefas, a interação baseada na linguagem é um meio de regular a realização de uma tarefa que é “externa” a essa interação: por exemplo, algumas pessoas tentando executar um experimento determinado pelo professor (tarefa externa) para posterior discussão dos dados, frequentemente falam juntos para coordenar as ações e passam para a próxima etapa, em certos momentos (por exemplo, “quem vai medir o conteúdo do frasco?”). Porém, para o tipo de tarefa que o *Rainbow* foi projetado para analisar – o debate ou a interação articulada – é “interno” ao próprio diálogo: o diálogo (por exemplo, quando toma a forma de um *chat* – troca de mensagens) é tanto o meio em que a tarefa é realizada (por expressão verbal de movimentos argumentativos) e o meio em que essa tarefa cooperativa é regulada. Em outros termos, “o diálogo é o meio para realizar uma tarefa dialógica” (Baker et al., 2007, p. 325).

A próxima distinção diferencia “opinião” de “argumentação”. Segundo os autores, a ideia principal é ver a argumentação como um meio para resolver “conflitos de opiniões declaradas”, pelo uso regulado de certos movimentos dialéticos (Souza; Queiroz, 2015, p. 98). Nesse caso, a categoria “opinião”, em geral, aparece inicialmente em um debate, e a categoria “argumentação” é tomada como sinônimo de “teses, contra-argumentos, argumentos, concessões” (Baker et al., 2007, p. 325). Para a dicotomia opinião/argumentação, o quadro teórico usa como referencial, principalmente, os trabalhos de: Barth e Krabble (2010), Cohen (1995) e Toulmin (2003).

Por fim, a última categoria da “atividade centrada na tarefa” é “ampliação e aprofundamento”, que corresponde aos processos de elaboração de conhecimento que

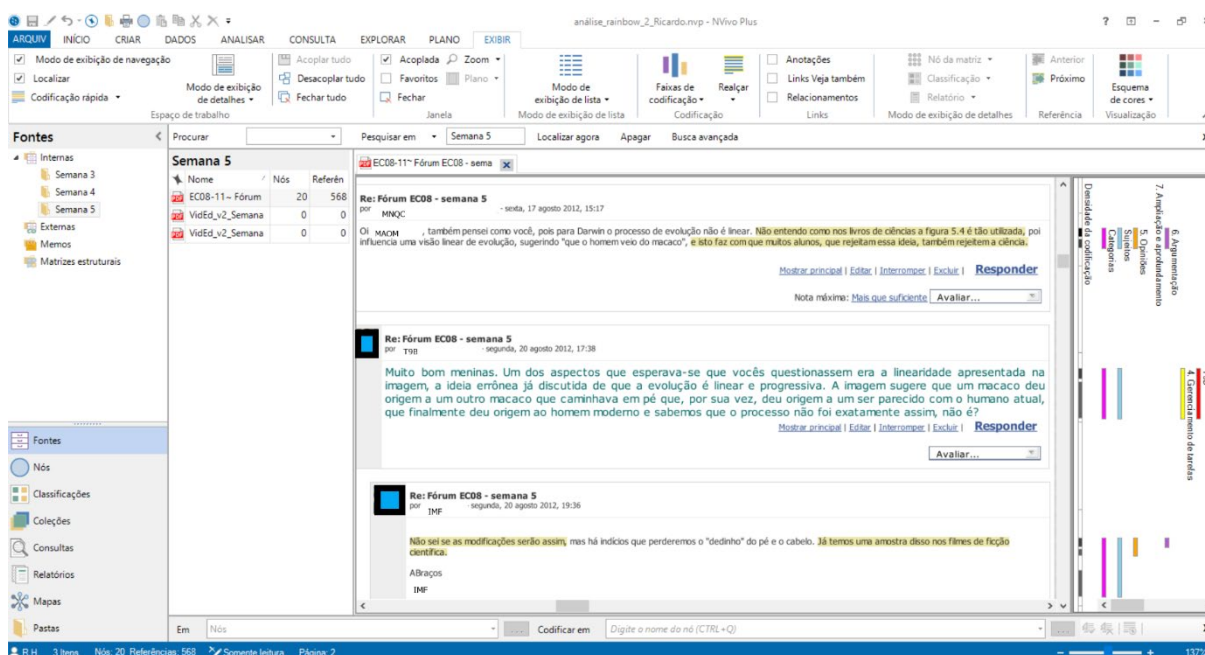
estão especificamente ligados à atividade argumentativa e no trabalho de argumentação e reconstrução do conhecimento (Baker *et al.*, 2007, p. 325; 336–338).

Para os autores Baker *et al.* (2007, p. 339), um debate construtivo será aquele em que “[...] ocorrer cadeias de argumentos mais extensas e relacionadas, nas quais se negociam entendimentos mútuos mais precisos das noções-chave”.

Para a aplicação das categorias *Rainbow* no fórum de discussão previamente selecionado, usou-se outro instrumento de análise de dados qualitativos, o *software NVivo* – Versão 11 (NVivo 11 for Windows (versão Plus), 2015), cuja principal funcionalidade possibilita organizar, analisar e encontrar informações em dados não estruturados ou qualitativos como: entrevistas, respostas abertas de pesquisa, artigos, mídia social e conteúdo web.

O NVivo possibilitou a coleta dos fóruns de discussão por meio de uma outra ferramenta de captura de textos, o *NCapture*. Dessa maneira foi possível armazenar as conversas (em formato PDF ou fontes de conjuntos de dados), para, em seguida, realizar-se a categorização de cada uma das mensagens trocadas no fórum de discussão, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2. Captura de Tela do Software NVivo 11, com destaque em amarelo para a categoria “Opinião”.



Fonte: Os autores (2024).

O NVivo possibilita visualizar os trechos que foram categorizados, tanto por autoria, quanto por categoria, como também é possível realçar alguma categoria no texto analisado. Tomando por exemplo a Figura 2, podem-se observar as categorias editadas na caixa direita; no centro é possível observar o texto na íntegra e, em destaque, o que foi categorizado como “Opinião” (destaque em amarelo); finalmente, no canto esquerdo, logo abaixo da “Semana 5”, a quantidade de “nós” e as referências editadas, ou seja, os trechos que foram categorizados do texto analisado. A aplicação das categorias foi realizada aos pares (orientador e orientando) para calibragem do quadro analítico.

Ao término das análises, por meio do NVivo, foi possível gerar um relatório de cada uma das categorias e de suas respectivas frequências do fórum de discussão. Mediante o *software* supracitado, também foi elaborada uma matriz de relação de cada uma das categorias, que foram transpostas para gráficos a fim de melhor visualização e análise dos resultados. Conforme comentado por Creswell (2010), nesse momento a pesquisa qualitativa dialoga com a pesquisa quantitativa, na confluência de dados para uma visão integrada do caso estudado.

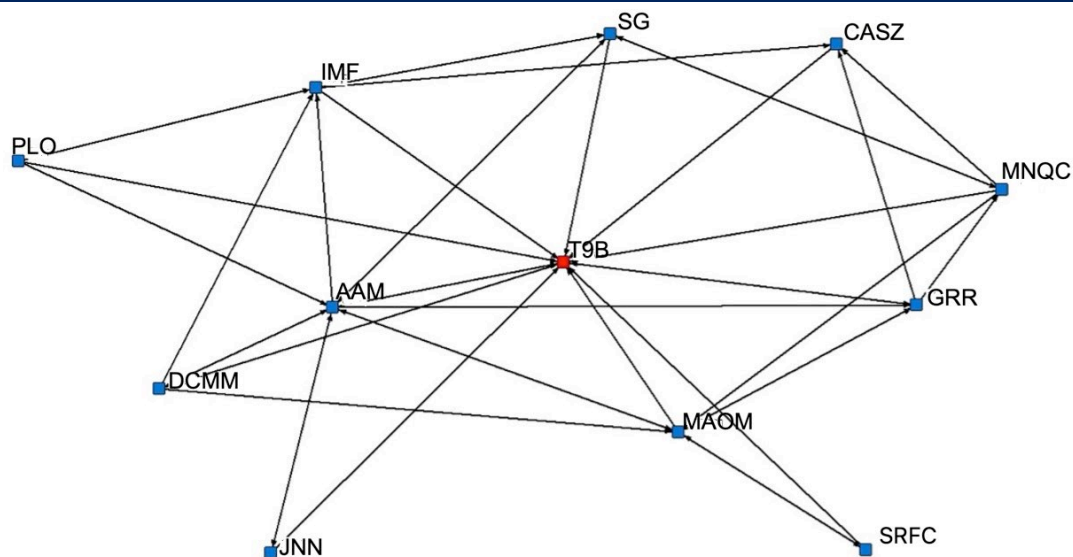
Os dados foram transcritos conforme apresentados nos fóruns de discussão, para evitar possíveis vieses na interpretação e categorização dos dados.

A seguir serão apresentadas as análises relacionadas ao fórum de discussão da “Semana 3”.

3 RESULTADOS E ANÁLISES DO FÓRUM DE DISCUSSÃO

Dentre 13 grupos analisados inicialmente, o Grupo 9B do fórum de discussão da “Semana 3” foi aquele que se mostrou com maior densidade, ou seja, com $D = 40,15\%$ [$N = 12$ e 52 postagens] e o IC do grupo foi baixo, ou seja, $IC = 0,77$. O participante mais radial na rede é o tutor (Figura 3).

Figura 3. Representação gráfica (sociograma) das interações do fórum de discussão do Grupo 9B no fórum de discussão da Semana #3 da Disciplina EC-08. ($N = 12$)



Fonte: Os autores, via NetDraw (2024).

No fórum de discussão da Semana #3 da Disciplina EC-08 há 11 cursistas (professores-cursistas) representados por quadrados azuis e o tutor representado por um quadrado vermelho que aparece no centro do sociograma. As setas indicam a direção das mensagens trocadas entre eles, que neste caso podem ser unidirecionais ou bidirecionais.

Por meio das análises realizadas, foi possível constatar uma rede medianamente densa (40,15%), exigindo que os participantes estabelecessem poucas conexões entre si para poderem trocar informações, por exemplo, até duas conexões ($\cong 69,4\%$). Entre alguns participantes não foi possível calcular a distância geodésica, porque não há conexões entre eles, como o cursista PLO. Por exemplo, a maior distância geodésica do cursista PLO é 3, ou seja, de PLO para SRFC se observa o seguinte caminho: PLO→AAM→MAOM→SRFC. Por outro lado, não foi possível observar uma proximidade dos outros cursistas com ele, porque ele fez apenas o envio de apenas uma mensagem para três diferentes participantes: IMF, AAM e T9B. De modo geral, a frequência observada da distância geodésica foi de: #1 (N = 38 [31,4%]); #2 (N = 46 [38,0%]); #3 (N = 27 [22,3%]); #4 (N = 7 [5,8%]); #5 (N = 3 [2,5%]) (Figura 4).

Figura 4. Distâncias geodésicas para troca de informações entre os atores do Grupo 9B no fórum de discussão da Semana #3 da Disciplina EC-08 com variação de #1 a #5. (N = 12)

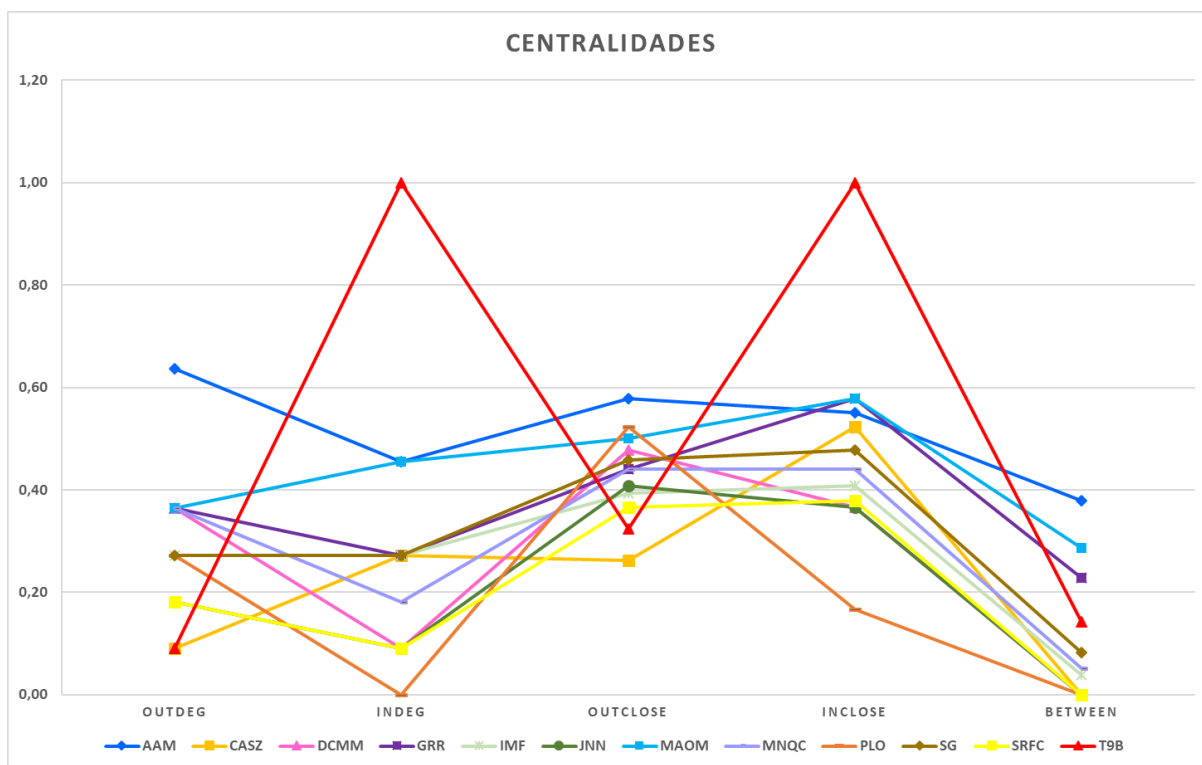
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
		A	C	D	G	I	J	M	M	P	S	S	T
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	AAM	0	2	1	1	1	1	1	2		1	2	1
2	CASZ	4	0	5	2	5	5	3	3		4	4	1
3	DCMM	1	2	0	2	1	2	1	3		2	2	1
4	GRR	2	1	3	0	3	3	1	1		2	2	1
5	IMF	2	1	3	2	0	3	3	2		1	4	1
6	JNN	1	3	2	2	2	0	2	3		2	3	1
7	MAOM	1	2	2	1	2	2	0	2		2	1	1
8	MNQC	2	1	3	2	3	3	1	0		1	2	1
9	PLO	1	2	2	2	1	2	2	3	0	2	3	1
10	SG	1	2	2	2	2	2	2	1		0	3	1
11	SRFC	2	3	3	2	3	3	1	3		3	0	1
12	T9B	3	2	4	1	4	4	2	2		3	3	0

Fonte: Os autores, via Ucinet for Windows (2024).

Ao analisar a Figura 5, aferiu-se que o tutor (T9B) e os cursistas AAM e MAOM são os atores centrais do Grupo 9B. A proximidade (*outCloseness*) indica que os atores – AAM, PLO e MAOM – conseguiram se aproximar razoavelmente rápido entre si e dos outros. Por sua vez, o *inCloseness* indica que o T9B foi quem conseguiu receber informações mais rapidamente dos outros atores, seguido pelos atores GRR, MAOM, AAM e CASZ. O Índice de Centralização da rede é forte (0,77). Isso faz sentido porque o tutor é o nó central que “segura” a rede como um todo; porém, se este fosse retirado da referida rede, ela praticamente se manteria graças a outros atores que exerceram a função de “influenciadores” (*outDegree*) – AAM, GRR, MAOM e DCMM. O AAM se destacou na função de “gatekeeper”, com um grau de intermediação normalizado (*inBetweenness*) de 38%.

A reciprocidade (*InDegree*) entre os cursistas é relativamente mediana, ou seja, muitos deles se reportaram principalmente aos atores T9B, AAM e MAOM. Após a retirada do tutor foi possível observar que a rede do grupo 9B aumenta sua densidade para 47,3%, indicando que há uma estabilidade nas relações estabelecidas entre os cursistas.

Figura 5. Três diferentes pontuações normalizadas de centralidade (grau de centralidade (INDEG e OUTDEG); grau de proximidade (INCLOSE e OUTCLOSE); e grau de intermediação (BETWEEN)) do Grupo 9B no fórum de discussão da Semana #3 da Disciplina EC-08. (N = 12)



Fonte: Os autores, via Ucinet for Windows (2024).

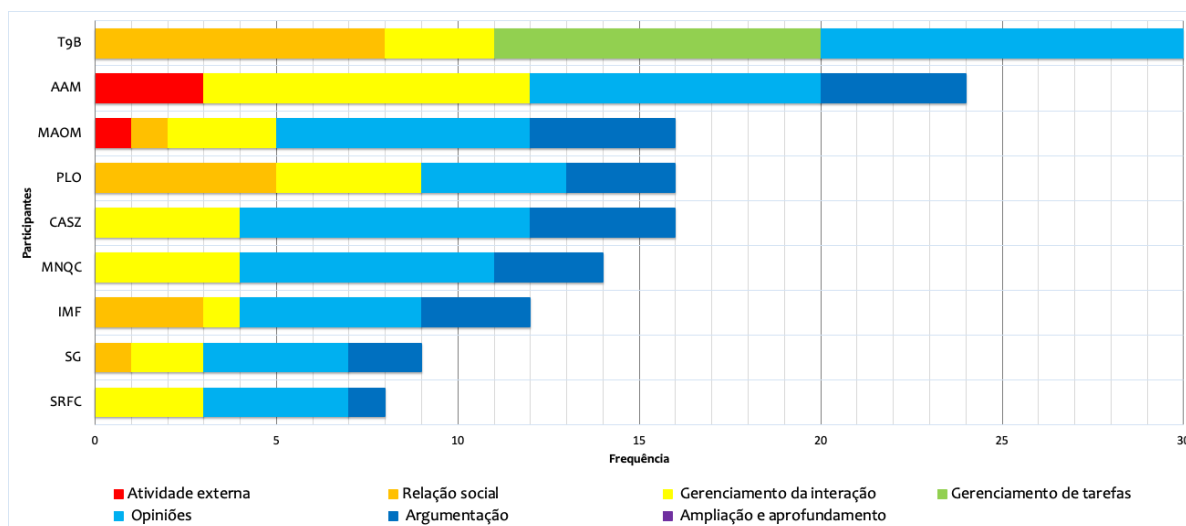
Diante desses indicadores, torna-se evidente que o tutor ocupa um papel estruturante na rede de interações. A centralidade de um ator em uma rede social expressa sua posição estratégica na estrutura relacional, podendo ser mensurada por indicadores como grau, intermediação (*betweenness*), proximidade (*closeness*) e autovalor (*eigenvector centrality*), que permitem identificar indivíduos com maior potencial de influência e circulação de informação no grupo (Landherr; Friedl; Heidemann, 2010; Tabassum et al., 2018). No presente estudo, observou-se que o tutor (T9B) ocupou uma posição central na rede de interações do fórum analisado. Essa centralidade não apenas reflete sua função organizadora e articuladora das discussões, mas o posiciona como agente-chave na promoção da aprendizagem colaborativa. Gradassi et al. (2023) destacam que atores com alta centralidade tendem a ser mais escutados e imitados, sobretudo quando associados a atributos como conhecimento e prestígio. Nesse sentido, o tutor, ao ocupar um ponto de interligação entre diferentes participantes, contribui para o fluxo de ideias, o engajamento argumentativo e o fortalecimento do sentido coletivo das atividades

propostas, assumindo um papel ativo na mediação pedagógica e na construção de significados compartilhados.

A posição do tutor (T9B) na rede analisada evidencia sua atuação como elo integrador entre os participantes, conectando os cursistas e promovendo a continuidade das discussões. Sua alta centralidade indica que boa parte das interações passou por sua mediação, o que reforça sua importância não apenas como facilitador técnico, mas como agente ativo na construção do diálogo pedagógico. Esse padrão sugere que, em contextos virtuais, a presença de um tutor é fundamental para evitar a fragmentação das trocas e estimular a participação coletiva.

Por sua vez, a análise *Rainbow* via *NVivo* gerou uma matriz de referências que foi codificada para um gráfico para melhor visualização dos resultados (Figura 6). Essa última etapa das análises tomou para si um estudo pautado em uma microanálise dos fóruns de discussão, apresentando o nível de relação que os participantes estabeleceram entre si e com a temática da disciplina analisada.

Figura 6. Análise *Rainbow* do Grupo 9B no fórum de discussão da Semana #3 da Disciplina EC-08. (N = 12)



Fonte: Os autores, via *NVivo/Excel* (2024).

A partir dos resultados obtidos, foi possível inferir que os participantes do fórum de discussão analisado apresentam sete (07) mensagens relacionadas a ações desvinculadas da tarefa prescrita pelas professoras-autoras da disciplina (categoria 1). Como exemplo foi

transcrito um trecho dos diálogos trocados no fórum de discussão em questão (veja Quadro 1).

Quadro 1. Extrato 1 – Fórum de Discussão #3 – Atividade Externa. (N = 2)

Ator	Extrato (Mensagens do Fórum)	Rainbow
DCMM	[...] [AAM] este curso nos auxilia muito na troca de experiência e pelo menos da minha parte eu me comunico e troco experiências muito mais com vocês do que na escola que leciono, onde não há espaço durante os HTPCs.	1. Atividade externa
AAM	Oi [...] [DCMM]! Sabe que os meus HTPCs na maioria das vezes são assim também, desculpe, mas eu considero horas perdidas. Deveria ser aproveitado este tempo para avançarmos nas discussões sobre o ensino, ações paar [sic] serem implementadas para melhorias na escola.	1. Atividade externa

Fonte: Os autores/EEC-FEUSP-REDEFOR (2012).

Na atividade Interna, foram demarcadas dezenove (19) publicações nas categorias que contemplam aspectos sociais (2) e trinta e sete (37) mensagens relacionadas ao gerenciamento da interação. Às categorias voltadas para a tarefa, aquela que diz respeito à organização da tarefa (4), foram atribuídas nove (09) mensagens, restando um montante de noventa e três (93) mensagens que foram distribuídas entre as categorias de cunho argumentativo (5-7), indicando que houve o predomínio das mensagens com tal caráter. Porém, o fórum de discussão não apresentou mensagens na última categoria (7), ou seja, a discussão não foi ampliada e aprofundada pelos cursistas.

Quadro 2. Extrato 2 – Fórum de Discussão #3 – Atividade Interna. (N = 3)

Ator	Extrato (Mensagens do Fórum)	Rainbow
------	------------------------------	---------

CASZ	Um ponto fundamental da história da ciência é mostrar que o processo de conhecimento é gradativo, possui limitações e que está sujeita a cometer erros,	5. Opinião
	Isto permitirá ao aluno a formação de um espírito crítico. Uma maneira de chegar à verdade é por pesquisar outras fontes e compará-las, também estudar obras dos estudiosos em sua língua original e pesquisas relacionadas, pois algumas obras mostram apenas o que deu certo e omite o resto. Ao estudar a ciência o aluno perceberá que a aceitação ou o ataque de alguma proposta dependerá de outras forças tais como sociais, políticas, filosóficas ou religiosas. 😊	6. Argumentação
IMF	Oi [...] [CASZ], o que você cita sobre o processo de conhecimento gradativo fica bastante evidente na leitura dos textos [...]	3. Gerenciamento da interação
	[...] e mostrar isso para o aluno é bastante importante. Outro fator é mostrar que não há nada pronto e definido. Que sempre estamos construindo o conhecimento.	5. Opinião
AAM	Ao ler o texto “A história da ciência”, [...]	4. Gerenciamento de tarefas
	[...] fica claro que o conhecimento é algo que não se constrói de uma hora para outra [...]	5. Opinião
	[...] e nós sabemos disso.	2. Relação social
	Mas, hoje como é tudo muito rápido, os alunos não têm tanta paciência para ler, ouvir uma explicação e querem tudo pronto.	5. Opinião

Fonte: Os autores/EEC-FEUSP-REDEFOR (2012).

Tanto o TgB como o cursista AAM foram aqueles que mais publicaram mensagens no fórum de discussão. Se resgatarmos o sociograma da Semana #3 (veja Figura 3), esses

mesmos atores estão categorizados como sujeitos centrais e influenciadores, ou seja, esses dois atores se destacam nas duas análises referidas. Um outro cursista que aparece na sequência, MAOM, também é central no referido sociograma, formando com os outros dois atores supracitados uma tríade. Anteriormente, o cursista CASZ demonstrou ser um ator que se aproxima rapidamente dos outros (veja Figura 5). Nesse caso, acredita-se que seja pelo fato de ser um dos atores que mais opinou e argumentou em suas mensagens.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parece-nos que um ponto forte do grupo é o fato de terem domínio de várias habilidades relacionadas com o uso de Internet e do AVA e que se correlacionaram positivamente com a participação no fórum de discussão quando comparados com outros grupos analisados em paralelo do REDEFOR. Outro detalhe é o estabelecimento de presença do Tutor (T9B). O tutor instigou os cursistas a focarem os seus esforços na realização do debate sobre o tema em questão, haja vista que ele teve uma parcela razoável das suas falas voltada para o gerenciamento da tarefa (veja Figuras 4 e 6). Ao avaliar o gráfico (Figura 6) gerado a partir da matriz de relações das frequências de categorias *Rainbow* com as participações das integrantes do Grupo 9B, foi possível inferir que houve maior aderência nas categorias “opinião” e “argumentação”. Nesse fórum de discussão, os debates se voltaram para aplicação de abordagens metodológicas em sala de aula, dando margem à fuga do tema pelos participantes da discussão.

Por sua vez, por meio de uma abordagem qualitativa, o quadro analítico *Rainbow* (Baker et al., 2007) aliado ao software NVivo permitiu a elaboração de matrizes categóricas. Esse resultado foi combinado com aqueles extraídos via ARS, viabilizando uma visão holística das participantes do grupo e, conseqüentemente, possibilitou mapear as relações que se estabeleceram no fórum de discussão. Também foi possível gerar relatórios que serviram para organizar o debate realizado no fórum de discussão mediante uma classificação temática, deslindando os nós dos porquês de alguns cursistas, como o AAM ou o MAOM serem os atores que mais influenciaram no debate. Outro detalhe importante observado foi a posição inicial dos participantes no fórum de discussão, ou seja, esses mesmos cursistas por serem os primeiros a abrirem o debate e, ao mesmo tempo, o teor

dos seus diálogos serem de argumentação nos permite inferir que essas ações fizeram com que eles se posicionassem como sujeitos mais centrais nos sociogramas. Finalmente, a análise *Rainbow* possibilitou complementar e aprofundar as Análises de Redes Sociais, trazendo novos elementos para o gerenciamento e acompanhamento das atividades realizadas tanto pelo tutor quanto pelos cursistas.

Os resultados deste estudo reafirmam o papel central do tutor em fóruns de discussão no contexto da formação continuada de professores. Sua atuação como articulador das interações e promotor da argumentação pedagógica se mostrou decisiva para a coesão da rede e a fluidez do diálogo entre os participantes. A centralidade ocupada pelo tutor não deve ser interpretada apenas como uma posição estrutural, mas como expressão de um engajamento ativo na mediação das aprendizagens. Nesse sentido, ressalta-se a importância de que programas de formação on-line contemplem a preparação específica desses profissionais, reconhecendo a complexidade de suas funções e o impacto de sua presença para o fortalecimento de comunidades de aprendizagem colaborativa.

Por fim, considera-se que a metodologia aqui empregada, ao articular análise sociométrica e análise do discurso em ambientes virtuais, oferece uma abordagem viável e adaptável para estudos semelhantes em contextos educacionais diversos. Convida-se, portanto, outros pesquisadores a reproduzirem e ampliarem os procedimentos descritos neste trabalho, de modo a fomentar investigações comparativas e contribuir para o aprimoramento de práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos organizadores e participantes do EEC-FEUSP-REDEFOR pelo acesso aos dados coletados, possibilitando a elaboração deste trabalho. Também agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo nº 2023/16366-6 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio intelectual e material.

REFERÊNCIAS

AKRAM, H.; LI, S. Understanding the Role of Teacher-Student Relationships in Students' Online Learning Engagement: Mediating Role of Academic Motivation. **Perceptual and Motor Skills**, Thousand Oaks, CA, v. 131, n. 4, p. 1415-1438, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/00315125241248709>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00315125241248709>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ALEJANDRO, V. A.; NORMAN, A. G. **Manual introdutório à análise de redes sociais: medidas de centralidade**. Toluca: Universidade Autónoma Del Estado de México, Centro de Capacitacion y Evaluacion para El desarrollo Rural SC, 2005. Disponível em: http://api.ning.com/files/ib7AWBiwEwSRilCmh7sNfwlCgobUCA5QiUqiZOSkSh15AhSOE9XhzcVRUr5JXYapSVS45I5OKOBEjoSvbD-ykrzDOcrBPq7N/Manualintrodutorio_ex_ucinet.pdf. Acesso em: 29 abr. 2015.

ALMEIDA, M. E. B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022003000200010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/dSsTzcBQV95VGCf6GJbtpLy/?lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ALUANI, T. Atividade de tutoria na educação a distância: um estudo de caso em curso de formação continuada de professores de biologia. 2015. 125 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-11092015-144643/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ALVES, L. R. G.; FRAGA, G. A. R.; SILVA, J. M. L. Construindo comunidades virtuais de aprendizagem: experienciando novas práticas pedagógicas. In: **Conferência eLES**. Aveiro, Portugal: [s. n.], 2004. p. 1-8.

BAKER, M. *et al.* Rainbow: A framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, New York, NY, v. 2, n. 2-3, p. 315-357, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11412-007-9022-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11412-007-9022-4>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BAKHARIA, A.; HEATHCOTE, E.; DAWSON, S. Social Networks Adapting Pedagogical Practice. Ascilite Publications, [S. l. s. n.], 2009. DOI: <https://doi.org/10.14742/apubs.2009.2350>. Disponível em: <https://publications.ascilite.org/index.php/APUB/article/view/2350>. Acesso em: 25 jul. 2025.

BARABÁSI, A. L.; PÓSFAL, M. **Network science**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2016.

BARBOSA, P. P. **Formação continuada, motivação e educação a distância: um estudo com professores de biologia e seus tutores**. 2014. 75 f. dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-04052015-163946/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BARTH, E. M.; KRABBE, E. C. **From axiom to dialogue: A philosophical study of logics and argumentation**. New York: Walter de Gruyter, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/39530376/E_M_Barth_E_C_W_Krabbe_From_Axiom_to_Dialogue. Acesso em: 24 jul. 2025.

BERNE, Z. L. The Role of the Online Instructor/Facilitator. **Educational Technology**, Englewood Cliffs, v. 35, n. 1, p. 22-30, 1995. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238348806_The_Role_of_the_Online_InstructorFacilitator. Acesso em: 14 maio 2025.

BEZ, G. S.; FARACO, R. A.; ANGELONI, M. T. Uma proposta de utilização da técnica de análise de redes sociais na Universidade do Sul de Santa Catarina. **Perspectivas Contemporâneas**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 53-79, 2011. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/perspectivascontemporaneas/article/view/853>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BIESENBACH-LUCAS, S. Asynchronous discussion groups in teacher training classes: Perceptions of native and non-native students. **Journal of Asynchronous Learning Networks**, New York, NY, v. 7, n. 3, p. 24-46, 2003. Disponível em: link.gale.com/apps/doc/A284325565/AONE?u=usp_br&sid=googleScholar&xid=f8c9d6b4. Acesso em: 19 nov. 2024.

BIZERRA, A. F.; URSI, S. Vida e Educação em Ciências. 2010. **Dissertação** (Especialização em Ensino de Ciências) — Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2010.

BORGATTI, S. P. **NetDraw Software for Network Visualization**. Lexington, KY: Analytic Technologies, 2002.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, E. L. **Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis**. Harvard, MA: [s. n.], 2002.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; JOHNSON, J. C. **Analysing Social Networks**. London: SAGE, 2013.

BURNHAM, T. F. *et al.* Ambientes Virtuais de aprendizagem: o Moodle como espaço multirreferencial de aprendizagem. In: SILVA, M. **Formação de professores para docência online**. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

CAROLAN, B. V. **Social network analysis and education: Theory, methods & applications**. London: Sage Publications, 2014.

COHEN, L. J. **An essay on belief and acceptance**. United Kingdom: Oxford University Press, 1995.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação**. Tradução de Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DOMÍNGUEZ FIGAREDO, D.; ALONSO DÍAZ, L. Metodología para el análisis didáctico de foros virtuales. **EDU TEC**, Oviedo, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Figaredo/publication/267994778_Metodologia_para_el_analisis_didactico_de_foros_virtuales/links/5576b54908ae7521586c47a6/Metodologia-para-el-analisis-didactico-de-foros-virtuales.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI-GITAI, R. L. **Perspectives on activity theory**. New York: Cambridge University Press, 1999.

FIDALGO, P.; THORMANN, J. A Social Network Analysis Comparison of an Experienced and a Novice Instructor in Online Teaching. **European Journal of Open, Distance and e-learning**, Paris, n. 1, p. 1-15, 2012. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/73808/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2008.

FUKS, H.; PIMENTEL, M. **Sistemas colaborativos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

GIBSON, K. M. Fostering collaboration and learning in asynchronous online environments. **Journal of Teaching and Learning with Technology**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 60-78, 2013. Disponível em: <https://scholarworks.iu.edu/journals/index.php/jotlt/article/view/4003>. Acesso em: 19 nov. 2024.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Unijuí, 2013.

GIORDAN, M. Diseño de ambientes virtuales de aprendizaje de la química bajo una perspectiva sociocultural. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, Barcelona, n. 69, p. 52-66, 2011. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/te/tepdf/giordan-alambique-2011.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

GRADASSI, A. *et al.* Network distance and centrality shape social learning in the classroom. **School Psychology**, Washington, DC, v. 38, n. 2, p. 67-78, 2023. DOI: <https://doi.org/doi/10.1037/spq0000490>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fspq0000490>. Acesso em: 15 maio 2025.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Penso, 2012.

GREENE, J. C.; CARACELLI, V. J.; GRAHAM, W. F. Toward a Conceptual Framework for Mixed-Method Evaluation Designs. **Educational Evaluation and Policy Analysis**, Thousand Oaks, CA, v. 11, n. 3, p. 255-274, 1989. DOI: <https://doi.org/10.3102/01623737011003255>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/01623737011003255>. Acesso em: 19 nov. 2024.

HANNEMAN, R. A. Centralidad y Poder. *In*: HANNEMAN, R. A. **Introducción a los métodos del análisis de redes sociales**. Valencia: REDES, 2002a. Disponível em: <http://revista-redes.rediris.es/webredes/textos/cap6.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024.

HANNEMAN, R. A. Propriedades Básicas de Las Redes y de Los Actores. *In*: HANNEMAN, R. A. **Introducción A los métodos del análisis de redes sociales**. Valencia: REDES, 2002b.

Disponível em: <http://revista-redes.rediris.es/webredes/textos/Cap5.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024.

KADUSHIN, C. **Understanding Social Networks: Theories, Concepts, and Findings**. New York: Oxford University Press, 2012.

KHANAM, K. Z.; SRIVASTAVA, G.; MAGO, V. The homophily principle in social network analysis: A survey. **Multimedia Tools and Applications**, Nova York, NY, v. 82, n. 6, p. 8811-8854, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s11042-021-11857-1>. Acesso em: 19 nov. 2024.

LANDHERR, A.; FRIEDL, B.; HEIDEMANN, J. A Critical Review of Centrality Measures in Social Networks. **Business & Information Systems Engineering**, Wiesbaden, v. 2, n. 6, p. 371-385, 2010. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s12599-010-0127-3>. Acesso em: 15 maio 2025.

LARANJEIRO, J. B. Contributos para a análise e caracterização de interações em fóruns de discussão online. 2008. 200 f. **Dissertação** – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

LIM, J. Exploring the relationships between interaction measures and learning outcomes through social network analysis: the mediating role of social presence. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, London, v. 20, n. 1, p. 14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00384-8>. Disponível em: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-023-00384-8>. Acesso em: 19 nov. 2024.

LIMA, G. S. O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino. 2016. 311 f. **Tese** (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-16082016-093959/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

LOOSEMORE, M. Social network analysis: using a quantitative tool within an interpretative context to explore the management of construction crises. **Engineering, construction and architectural management**, Bingley, v. 5, n. 4, p. 315–326, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1108/eb021085>. Disponível em: <https://www.emerald.com/ecam/article-abstract/5/4/315/91844/Social-network-analysis-using-a-quantitative-tool?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MASSI, L.; GIORDAN, M. A formação do pesquisador e do professor no ensino de ciências como sistemas de atividade. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, n. Extra, p. 2769-2774, 2017. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/339397>. Acesso em: 19 nov. 2024.

MASSI, L.; GIORDAN, M. Formação e atuação do tutor como orientador de trabalho de conclusão de curso na EAD. **Anais CIET: Horizonte**, São Carlos, v. 2, n. 1, 2024. Disponível em: <https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/2085>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MASSI, L.; GIORDAN, M. Introdução à pesquisa com sequências didáticas na formação continuada online de professores de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**

(Belo Horizonte), Belo Horizonte, MG, v. 16, n. 3, p. 75-94, 2014b. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160304>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/txDjTd7385hZHdp4VjjKwYj/?lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2024.

MATHEUS, R. F. *et al.* Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação. **Revista de Ciência da Informação**, [s. l.], v. 7, n. 2, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652006000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/WWpWjQYnfDnb6PH8sQbzVMn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MERCADO, L. P. L. *et al.* Internet e suas interfaces na formação para docência online. In: SILVA, M. **Formação de professores para a docência online**. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

MILL, D. **Docência Virtual: uma visão crítica**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

NERY, B. K. O ciclo de desenvolvimento do professor e o sistema de atividade aprendizagem on-line em um curso de especialização em ensino de ciências. 2014. 258 f. **Tese** (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-25092014-105451/pt-br.php>. Acesso em: 19 nov. 2024.

NEWMAN, M. E. J. Fast algorithm for detecting community structure in networks. **Physical Review E**, College Park, v. 69, n. 6, p. 1-5, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.066133>. Disponível em: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.69.066133>. Acesso em: 17 set. 2024.

OLIVEIRA, E. *et al.* A “psicologia da aprendizagem” na formação de professores para a docência online: relatos de uma experiência de ensino e pesquisa. In: SILVA, M. **Formação de professores para docência online**. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

PAULO, W. O. Modelo metodológico de construção de indicadores de uso de TIC para gestão da produção de planos de ensino. 2016. 246 f. **Tese** (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-08122016-154833/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

PENA-SHAFF, J. B.; NICHOLLS, C. Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions. **Computers & Education**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 243-265, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2003.08.003>. Disponível em: https://www.academia.edu/77572299/Analyzing_student_interactions_and_meaning_construction_in_computer_bulletin_board_discussions. Acesso em: 24 jul. 2025.

RECUERO, R.; BASTOS, M.; ZAGO, G. **Análise de redes para mídia social**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015.

REIS, M. G. Viabilidades e dificuldades do ensino de ecologia oferecido na modalidade EaD: uma análise da percepção docente. 2013. 101 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-19012015-143800/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ROGERS, E. M.; KINCAID, D. L. **Communication networks**: Toward a new paradigm for research. New York, NY: The Free Press, 1981.

SANTOS, E. Educação online para além da EAD: um fenômeno da cibercultura. *In: Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*. Braga: Universidade do Minho: [s. n.], 2009. p. 5658–5671. Disponível em: http://cedupindustrialdelages.com.br/wp-content/uploads/2021/05/EDUCACAO-ONLINE-PARA-ALEM-DA-EAD-_UM-FENOMENO-DA-CIBERCULTURA.pdf. Acesso em: 19 nov. 2024.

SCHRIRE, S. Knowledge building in asynchronous discussion groups: Going beyond quantitative analysis. **Computers & Education**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 49-70, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.04.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131505000539?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SCHWARZ, B. B. *et al.* Construction of Collective and Individual Knowledge in Argumentative Activity. **Journal of the Learning Sciences**, Amsterdam, v. 12, n. 2, p. 219-256, 2003. DOI: https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1202_3. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327809JLS1202_3. Acesso em: 19 nov. 2024.

SCOTT, J. **Social Network Analysis**. 3. ed. London: Sage, 2013.

SCOTT, J. **Social networks**: critical concepts in sociology. New York: Routledge, 2002.

SCOTT, J. **What is social network analysis?** London: Bloomsbury Academic, 2012. Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/58730>. Acesso em: 15 nov. 2024.

SILVA, A. B. O. *et al.* Análise de redes sociais como metodologia de apoio para a discussão da interdisciplinaridade na ciência da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 35, p. 72-93, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652006000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/WWpWjQYnfDnb6PH8sQbzVMn/?lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SILVA, D. F. Concepções sobre ciência e tecnologia de professores de ciências em formação continuada e seus planos de ensino. 2018. 217 f. **Tese** (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-05072018-135601/>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SILVA, B. D.; PEREIRA, M. G. Reflexões sobre dinâmicas e conteúdos da cibercultura numa comunidade de prática educacional. *In: SILVA, M. Formação de professores para docência online*. São Paulo: Ed. Loyola, 2012.

SINGH, S. S. *et al.* Social Network Analysis: A Survey on Process, Tools, and Application. **ACM Comput. Surv.**, New York, NY, v. 56, n. 8, p. 192:1-192:39, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1145/3648470>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3648470>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SLAVIC, D. *et al.* The Evaluation of Industry 5.0 Concepts: Social Network Analysis Approach. **Applied Sciences**, Basel, v. 14, n. 3, p. 1291, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14031291>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/3/1291>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L. Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 10. Anais [...] Águas de Lindóia, SP: [s. n.], 2015. p. 1-8. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1598-1.PDF>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SWAN, K. Building Learning Communities in Online Courses: the importance of interaction. **Education, Communication & Information**, London, v. 2, n. 1, p. 23-49, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/1463631022000005016>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1463631022000005016>. Acesso em: 19 nov. 2024.

TABASSUM, S. *et al.* Social network analysis: An overview. **WIREs Data Mining and Knowledge Discovery**, Hoboken, NJ, v. 8, n. 5, p. e1256, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/widm.1256>. Disponível em: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/widm.1256>. Acesso em: 15 maio 2025.

TEIXEIRA, J. E. N. F.; VERHINE, R. E. Mudança organizacional em sistemas educacionais: uma compreensão à luz da análise de redes sociais. **Educação**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 81-91, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2014.1.12985>. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/faced/article/view/12985>. Acesso em: 19 nov. 2024.

TOULMIN, S. E. **The uses of argument**. England: Cambridge university press, 2003.

WERTSCH, J. V. **Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives**. England: Cambridge university press, 1985.

WERTSCH, J. V. **La mente en acción**. Buenos Aires: Aique, 1999.

WILLIAMS, C. B.; MURPHY, T. Electronic discussion groups: How initial parameters influence classroom performance. **Educause Quarterly**, Boulder, CO, v. 25, n. 4, p. 21-29, 2002. Disponível em: <https://er.educause.edu/-/media/files/article-downloads/eqm0244.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

Endereço para correspondência: Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ) – Universidade de São Paulo. Av. da Universidade 308 – Bloco B – Salas 01 e 04. CEP 05508-900 – São Paulo - SP. Telefone +55(11) 3091-8290. E-mail: pucinelli@alumni.usp.br

NOTA SOBRE A AUTORIA

Ricardo Henrique Pucinelli – Coleta de dados, elaboração e análise das redes, escrita do texto.

Marcelo Giordan – Orientação da pesquisa, análise e revisão dos argumentos propostos.

REVISÃO DO ARTIGO

Hariele Quara – revisão ortográfica, gramatical e linguístico-textual.

Recebido em:20/11/2024
Parecer em:26/04/2025
Aprovado em:14/05/2025