



UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE DE REDES SOCIAIS NA AVALIAÇÃO DAS INTERAÇÕES SOCIAIS EM UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

Helena Célia de Souza Sacerdote*

Ricardo Barros Sampaio**

Marcio D. P. Gonçalves***

Jorge Henrique Cabral Fernandes****

RESUMO

Este artigo analisa interações sociais ocorridas ao longo de 12 meses em fóruns online de participantes de um curso de pós-graduação lato sensu (especialização) a distância. O diálogo educacional estabelecido por meio das trocas de mensagens nos fóruns contou com a participação de 201 estudantes e 44 tutores. Os estudantes foram divididos em cinco classes distintas (AM, AC, AE, VC e VE), as quais tiveram a mediação de 44 tutores ao longo de 12 disciplinas. As interações foram analisadas com emprego de métodos de Análise de Redes Sociais com o objetivo de entender o posicionamento dos atores (estudantes e tutores) quando da sua

* Doutoranda em Ciência da Informação. Institucional: Universidade de Brasília. Endereço Postal: Faculdade de Ciência da Informação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação), Edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, Entrada Leste, Mezanino, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70.910-900, Brasília/DF. Telefone: (61) 31072634. E-mail: helenasacerdote@gmail.com.

** Doutorando em Ciência da Informação. Institucional: Universidade de Brasília. Endereço Postal: Faculdade de Ciência da Informação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação), Edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, Entrada Leste, Mezanino, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70.910-900, Brasília/DF. Telefone: (61) 31072634. Institucional: Fundação Oswaldo Cruz – Diretoria Regional de Brasília – Avenida L3 Norte, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Gleba A, SC 4 – CEP: 70910-900 – Brasília - DF – Brasil. E-mail: rsampaio.br@gmail.com.

*** Doutorando em Ciência da Informação. Filiação Institucional: Universidade de Brasília. Endereço Postal: Faculdade de Ciência da Informação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação), Edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, Entrada Leste, Mezanino, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70.910-900, Brasília/DF. Telefone: (61) 31072634. E-mail: prof.aluno@hotmail.com.

**** Doutor em Ciência da Computação. Filiação Institucional: Universidade de Brasília. Endereço Postal: Faculdade de Ciência da Informação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação), Edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, Entrada Leste, Mezanino, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70.910-900, Brasília/DF. Telefone: (61) 31072634. E-mail: jhcf@unb.br.

distribuição em grafos de relações estabelecidas entre si. A pesquisa, de natureza exploratória, possibilitou observar a formação de redes de aprendizagem colaborativas para a construção do conhecimento, qualificando a importância da atividade de tutoria e qualificando-a como fonte para tomadas de decisões no processo de ensino e aprendizagem. Métodos derivados da Análise de Redes Sociais, especialmente os ligados às medições de centralidade e de grupos coesos, quando aplicados a fóruns online, podem caracterizar a formação de ambientes colaborativos na construção do conhecimento e no atendimento às necessidades dos usuários, em ambientes apoiados pelos meios de tecnologia da informação e comunicação.

Palavras-Chave: Interações Sociais. Diálogo Educacional. Ambiente Virtual de Aprendizagem. Análise de Redes Sociais. CEGSIC.

1 INTRODUÇÃO

As interações sociais entre indivíduos participantes de fóruns em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) foram o ponto de partida deste estudo. Um AVA empregando a tecnologia Moodle foi usado na realização das disciplinas do Curso de Especialização em Gestão da Segurança da Informação e Comunicações (CEGSIC, 2012-2014). O curso está em sua quarta edição, e seus estudantes são agentes públicos federais. O curso é promovido pela Universidade de Brasília em parceria com o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (DSIC/GSI/PR).

O estudo analisa o diálogo educacional, entendido como o conjunto de interações sociais que possuem qualidades positivas, sinérgicas e construtivas (MOORE, 1997), entre tutores e estudantes no AVA. O diálogo foi estabelecido ao longo de 12 disciplinas, e os estudantes foram divididos em cinco diferentes classes, de modo arbitrário e visando à constituição de cinco redes de interação, cada uma composta por cerca de quarenta participantes. Avaliou-se a relevância da análise das interações sociais dos indivíduos na evidência da formação de redes de aprendizagem colaborativas, especialmente quanto à relevância da atividade de tutoria.

As redes de aprendizagem colaborativas são estruturas que permitem a troca de informações entre participantes visando a construir conhecimentos de maneira coletiva. Tais redes são do tipo todos-todos, o que implica considerar que todos os participantes estão na posição ativa, ou seja, todos contribuem com seus conhecimentos ao longo de um projeto, ensinando e aprendendo.

No contexto atual, as plataformas digitais de AVAs exigem mais do que estratégias de aprendizagem adequadas. Faz-se necessário repensar o controle dessas estratégias com uma gestão consciente. Nesse sentido, o uso de métodos de Análise de Redes Sociais (ARS) na avaliação das interações sociais em um AVA pode facilitar a metacognição no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Flavell (1979), a metacognição – que passa por um processo de conscientização das próprias capacidades de conhecimento, da internalização de procedimentos e do autocontrole, da autorregulação e da autoavaliação – corresponde ao conhecimento a respeito das características e dos usos de estratégias de aprendizagem, bem como à faculdade de planificar,

dirigir a compreensão e avaliar o que foi aprendido. Trata-se do conhecimento acerca do próprio conhecimento, da avaliação, da regulação e da organização dos próprios processos cognitivos.

O conhecimento gerado nas interações sociais em um AVA promove autoconhecimento, gerando em todos os participantes do processo de ensino e aprendizagem a percepção de suas potencialidades, fragilidades e individualidades. A tomada de consciência da construção desse conhecimento é, se bem mapeada e bem conduzida, fruto do efetivo processo de mediação da aprendizagem que envolve os tutores.

De acordo com Dawson (2008), a análise da formação e da estrutura das redes sociais e também do senso de comunidade de grupos de estudantes em um AVA fornece novas abordagens para a avaliação da eficácia das práticas educacionais implementadas (SACERDOTE, 2013).

Apresenta-se como problema relevante avaliar o desenvolvimento do diálogo educacional entre tutores e estudantes em fóruns no AVA Moodle para traçar panoramas analíticos da formação de redes colaborativas para a construção do conhecimento.

Assim, a questão que permeia esta investigação mais amplamente é: “Que contribuições o uso de métodos de Análise de Redes Sociais pode trazer na gestão de um projeto educacional apoiado por um AVA?”.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Ambientes educacionais, especialmente aqueles denominados salas de aula, são contextos nos quais ocorrem interações sociais controladas com finalidades de ensino-aprendizagem. Estudantes investem potencialmente no desenvolvimento de relações sociais para obter apoio dos colegas tanto para fins pessoais como para a apropriação e a compreensão dos conteúdos, visando a atingir seus objetivos individuais acadêmicos (CHO et al., 2007 apud DAWSON, 2008). Em consequência disso, as redes que se formam tanto em salas de aula tradicionais (face a face e presenciais) como em salas de aula em ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) (a distância e usualmente assíncronos), espontâneas ou não, podem visar à cooperação nos estudos e nos trabalhos em equipe e/ou à formação de vínculos de amizade.

De acordo com Santos (2003, p. 427), o próprio ciberespaço pode ser considerado “um AVA, que é uma organização viva em que seres humanos e objetos técnicos interagem num processo complexo que se auto-organiza na dialógica de suas redes de conexões”. Nesse espaço de interações, “cada sujeito, na sua *diferença*, pode expressar e produzir saberes, desenvolver suas competências comunicativas, contribuindo e construindo a comunicação e o conhecimento coletivamente” (SANTOS, 2003, p. 430).

Filatro (2008, p. 115) nos dá conta do conceito de aprender: “Um fenômeno social que envolve interagir com outras pessoas, com ferramentas e com o mundo físico, os quais convivem dentro de um contexto histórico com significados, linguagem e artefatos culturais próprios”, e de interação social: “Diz respeito ao comportamento das pessoas em relação a outras pessoas e aos sistemas. Ela está ligada à ação recíproca pela qual indivíduos e objetos se influenciam mutuamente” (2008, p. 107). Assim, pode-se dizer que tais conceitos são coerentes com o conceito de comportamento do uso da informação do ponto de vista da Ciência da Informação. Este se constitui em um “conjunto de atos físicos e mentais e envolve a incorporação da nova informação aos conhecimentos prévios do indivíduo” (GASQUE, 2008, p. 42).

Segundo Le Coadic (1996), a interação informacional constitui-se em dinâmica característica dos fenômenos do uso da informação, envolvendo: a consulta como um indicador da necessidade de informação; o diálogo entre usuários e/ou o sistema de informação e as interações informacionais, que podem ser entre pessoa-pessoa, pessoa-tecnologia e pessoa-tecnologia-pessoa. O diálogo em um processo de interação informacional é um ato de comunicação orientado para o objetivo do usuário, que impõe regras de cooperação.

De acordo com Moore (1997), embora os termos diálogo e interação sejam empregados de modo intercambiável, eles podem ser entendidos de formas distintas:

Diálogo é uma interação, ou interações, que possui qualidades positivas e sinérgicas, pois é intencional, construtivo e possui um valor para as partes envolvidas. Os atores envolvidos são ativos, colaboradores, e suas contribuições não podem ser neutras ou negativas. A extensão e a natureza do diálogo são determinadas pela filosofia educacional do indivíduo ou do grupo responsável pelo projeto do curso, pelos perfis do professor e do estudante, pelo assunto do curso e por fatores ambientais (SACERDOTE, 2013, p. 46).

Desse modo, os conceitos de interação e diálogo, baseados tanto na Ciência da Informação como na educação, possuem semelhanças quando se entende que o diálogo é uma interação social que, necessariamente, inclui a cooperação no intercâmbio da informação para a construção do conhecimento. A educação a distância tem sua base no sociointeracionismo, que “pressupõe que o conhecimento é construído por meio das interações do indivíduo com outros e com o meio e que a cooperação entre indivíduos em situações e ambiente promovem novas construções” (SACERDOTE, 2013, p. 44).

Quanto aos métodos de pesquisa exploratórios de Análise de Redes Sociais (ARS), estes são predominantemente quantitativos, pois permitem estudar de forma simbólica e numérica as estruturas dos grupos sociais (redes sociais), construídos por meio dos relacionamentos entre atores em um processo de comunicação. De acordo com Sacerdote e Fernandes (2013), as métricas de centralidade e de estrutura de ARS permitem analisar os diálogos educacionais em fóruns no AVA Moodle. O restante dessa seção apresenta um breve resumo dos conceitos e dos métodos de Análise de Redes Sociais.

Em ARS, a quantidade e a intensidade das interações de um indivíduo são chamadas de sociabilidade ou capital social (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2005). Nesse estudo, o capital social pode ser considerado o diálogo educacional ou as interações sociais entre os participantes do processo de ensino e aprendizagem em um AVA. A ARS é baseada na teoria dos grafos. Um grafo é uma representação gráfica de uma rede de comunicações, sendo composto por um conjunto de vértices e um conjunto de arestas entre pares de vértices. Uma rede consiste de um grafo e das informações adicionais a respeito dos vértices e das arestas desse grafo. Na ARS, vértice é a menor unidade em uma rede e representa um ator. Atores podem ser pessoas, grupos ou organizações. Uma aresta representa uma relação entre dois vértices, cujas extremidades são incidentes (vizinhas). Um *loop* é um tipo especial de aresta que conecta um vértice a ele mesmo (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2005).

Os grafos, ou redes, contêm arestas que podem ser dirigidas ou não dirigidas. Um grafo dirigido é conhecido como dígrafo. Uma aresta dirigida é chamada de arco, e uma aresta não dirigida é chamada de borda. As bordas e os arcos representam as comunicações ou os relacionamentos entre os atores de uma rede social. As redes possuem propriedades que podem ser avaliadas com a utilização de métricas específicas, de acordo com o que se pretende analisar. Algumas dessas propriedades podem ser quanto ao número de arestas (bordas/arcos) e vértices ou

atores da rede (densidade), quanto ao posicionamento dos vértices (métricas de centralidade) ou quanto à estrutura e à formação de subredes ou subgrupos (*k-core*, cliques e modularidade).

A densidade refere-se ao número de arestas de uma rede dividido pelo número máximo de arestas possíveis nesta mesma rede. As medidas de densidade normalmente devem ser analisadas somente em comparação com redes similares.

As métricas de centralidade referem-se geralmente à “popularidade” de determinado ator e podem ser de diferentes tipos, dentre elas: de grau (*degree*), de proximidade (*closeness*), de intermediação (*betweenness*) e de autovetor (*eigenvector*). A centralidade é uma medida atribuída aos atores de uma rede que reflete o nível de acesso à informação e às melhores oportunidades de intermediação e disseminação das informações. Atores com elevado grau de centralidade são capazes de efetuar trocas de informações significativas com os demais e também de influenciá-los com seus pontos de vista ou se tornarem mais influentes na rede (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Além de se analisar o posicionamento dos atores na rede, é usual em ARS a avaliação da estrutura, principalmente quanto à formação de subgrafos e subgrupos. Uma das formas de se analisar subgrupos é com a utilização do *k-core*, ou nível *k* central. O *k-core* é uma subrede em que cada ator pertencente a este grupo está ligado a pelo menos um número *k* de outros atores nesta mesma subrede (NEWMAN, 2010). Nas subredes *k-core*, os atores com baixo número de relacionamentos com outros atores “importantes” vão sendo deixados de fora no aumento do *k* ou nível. Segundo Sacerdote e Fernandes (2013, p. 136), *k-cores* são “aglomerados de atores que indicam os que estão ligados por *k* (mínimo grau de cada ator em um *cluster*) graus ou mais com outros atores dentro do *cluster*”.

Outro tipo de formação de grupos dentro da rede pode ser visto com a aplicação ou o estudo dos cliques. Em um clique, cada ator está diretamente conectado a todos os outros atores e pode ser considerado uma subrede com densidade máxima. Esse subgrupo é formado por três atores ou mais, sendo o tamanho de um clique determinado pelo número de atores do subgrupo (WASSERMAN; FAUST, 1994).

No caso do agrupamento com a utilização de *k-core* ou de clique, os atores podem pertencer a um único grupo ou a um número elevado de subgrupos ou subredes. A diferença que usamos para subgrupo e subrede é que, no caso do subgrupo, são mantidas todas as relações da

rede original na avaliação do grupo, enquanto na subrede somente os vértices e as relações daquele grupo são levados em consideração.

No que diz respeito à divisão dos vértices da rede em grupos sem repetição quanto à alocação destes, como é o caso dos *k-cores* e dos cliques, é utilizada a medida de modularidade, que mede o quanto atores semelhantes estão alocados nos mesmos grupos (NEWMAN, 2010). Em uma divisão de rede com alta modularidade, cada subgrupo possui um número médio de linhas ou relacionamentos entre os seus membros maior que a média de relacionamentos da rede, enquanto as relações de atores entre os diferentes grupos são abaixo da média de relações da rede.

2.2 METODOLOGIA

A Análise Exploratória de Redes Sociais é uma abordagem de investigação científica exploratória proposta por Nooy et al. (2005) e composta por quatro atividades sequenciais e cíclicas, a saber: (i) a definição da rede; (ii) a manipulação de redes; (iii) a determinação de características estruturais; e (iv) a inspeção visual. O principal objetivo da análise exploratória é o ganho de intuição acerca do comportamento da rede. Esta foi a metodologia empregada neste estudo, e as decisões relacionadas aos passos anteriormente definidos são aprofundadas a seguir.

2.2.1 Definição das redes

Os 201 estudantes foram divididos em cinco classes. Cada classe de estudantes realizou as mesmas 12 disciplinas, em sequência, ao longo de 12 meses. Cada disciplina contava com a presença de um tutor, que conduziu a execução de cinco fóruns temáticos. No decorrer do processo alguns estudantes desistiram, uma evasão estimada em 20%.

Os estudantes de cada classe tiveram contato com nove a dez tutores, pois em alguns casos um mesmo tutor atuou duas ou três vezes em uma mesma classe. As classes receberam os seguintes nomes e códigos: Azul Claro (AC), Azul Escuro (AE), Verde Claro (VC), Verde Escuro (VE) e Amarelo (AM). As redes assim definidas foram compostas pelos dados de trezentos fóruns de discussão: cinco classes realizando cinco fóruns temáticos em cada uma de 12 disciplinas.

Os dados de comunicação entre os tutores e os estudantes nos fóruns temáticos das disciplinas foram obtidos por meio de consultas SQL. O *software* Pajek¹ foi empregado para transformação dos dados em redes. Depois os dados foram agrupados utilizando-se o *software* R² com o pacote *Igraph*³ para tratamento de redes.

No contexto analisado, quando um indivíduo envia uma mensagem no fórum, é inserido um vértice na rede. Quando há uma réplica a essa mensagem, um arco é inserido na rede. Assim, a cada mensagem que um indivíduo A envia a um indivíduo B é gerado um arco dirigido de A para B.

2.2.2 Manipulação das redes

A manipulação das redes implica extrair partes significativas da rede como subgrafos para fins de análise. O número de mensagens trocadas entre os atores foi calculado, isto é, foi atribuída uma multiplicidade aos relacionamentos, possibilitando quantificar a força de relacionamento entre dois indivíduos.

Para cada relacionamento e multiplicidade foram preservadas as informações sobre as disciplinas como atributos da rede. Dessa forma, a análise específica de uma única disciplina pode ser realizada com a utilização de um filtro para as relações da disciplina em questão. Também foram mantidos os *loops*, entendidos nesse contexto como resposta de um participante à sua própria mensagem.

O *software* R com o pacote *Igraph* foi usado para o cálculo das medidas de centralidade e a análise da estrutura, e o *software* *Gephi*⁴ foi usado para visualização das redes e aplicação de filtros, quando necessário.

¹ O Pajek é um *software* de ARS, livre e de uso não comercial. Disponível em: <<http://pajek.imfm.si/doku.php?id=download>>.

² R é uma linguagem de programação descritiva e um ambiente de computação para cálculos estatísticos e grafos. Disponível em: <cran.r-project.org/>.

³ *Igraph* é uma coleção de pacotes de *software* para utilização no estudo da teoria dos grafos e análise de redes.

⁴ O *Gephi* é um *software* de ARS, livre e de uso não comercial. Disponível em: <gephi.org>.

2.2.3 Determinação das características estruturais das redes

As características estruturais das redes são aquelas que podem ser quantificadas por meio de métricas. Para a análise das interações e do diálogo educacional entre tutores e estudantes foram aplicadas as métricas de centralidade, a análise de densidade e a análise dos subgrafos e dos subgrupos da rede.

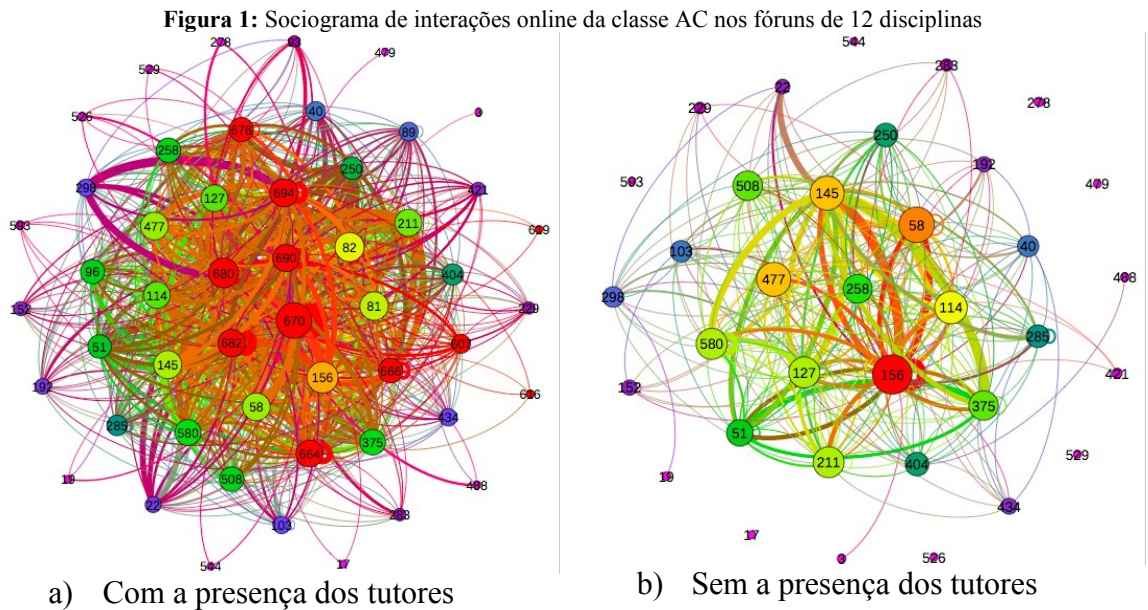
O primeiro passo na análise foi verificar a diferença de densidade entre as cinco redes (uma por classe). Dado que o perfil de cada uma das redes era similar, observou-se a diferença em cada uma delas, analisando-se a razão do resultado encontrado.

No que diz respeito às medidas de centralidade, foram feitas análises quanto ao grau médio e também ao grau máximo de cada uma das redes, com e sem a presença do tutor.

Por último foram analisadas as estruturas das redes avaliando-se o *k-core* máximo de cada uma das redes e o número de participantes desse subgrafo. Foi visto o número de cliques de cada uma das classes, além dos cliques de maior número de atores, o que denota maior interação na rede. Os *k-cores* e os cliques são formas de se analisar agrupamentos de atores com base nos seus relacionamentos. Em ambos os casos, os atores podem pertencer a um número elevado de subgrupos ou de subredes.

Também foram analisados os subgrupos da rede com a utilização do conceito de modularidade. No entanto, não se encontrou uma divisão de grupos sem repetição de vértices que trouxesse informações relevantes para esta pesquisa. Acredita-se que o fato de não se encontrar uma divisão clara de subgrupos se deve aos fóruns temáticos serem apenas de uma semana e versarem sobre apenas um único tema. Em casos de fóruns mais longos, a expectativa era que os estudantes se subdividissem, de forma que sua capacidade de produção se potencializasse e a aplicação de tais algoritmos se tornasse, com isso, mais relevante.

2.2.4 Inspeção visual das redes

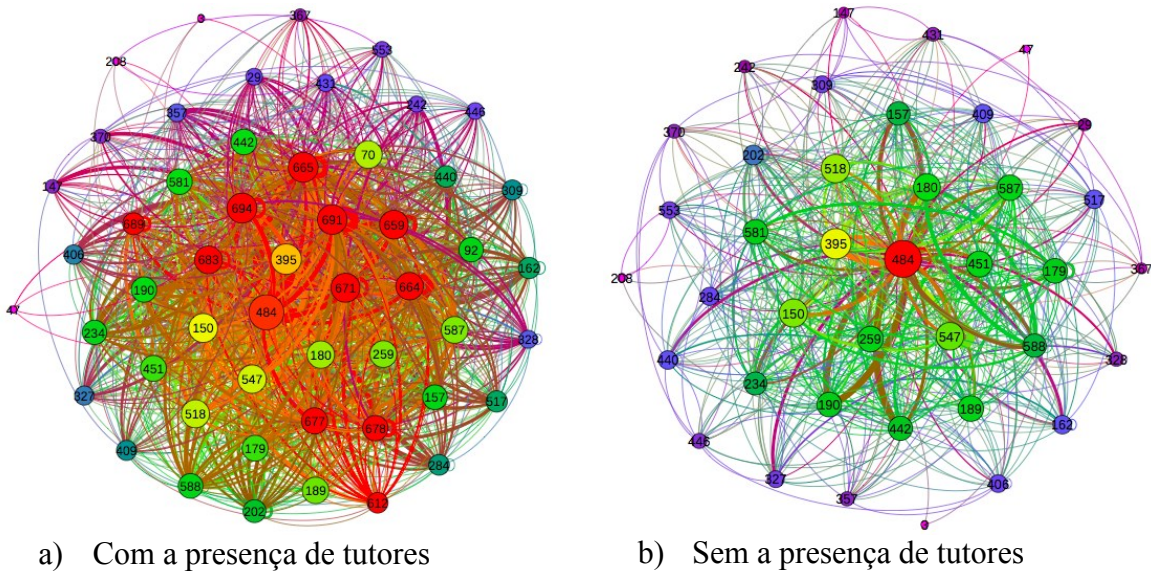


Fonte: Autores (2014)

Um sociograma é um instrumento de representação gráfica utilizado para revelar características sociais de atores perante um grupo (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2005). Permite a visualização sistemática de uma rede social e é utilizado para demonstrar conceitos e comprovações. O *software Gephi* permite mensurar as relações sociais dos atores e gerar sociogramas.

As Figura 1 e Figura 2 mostram os sociogramas das classes AC e VC com e sem a presença dos tutores. Essas duas classes foram escolhidas para que as redes que tiveram menor e maior densidade pudessem ser apresentadas, respectivamente (AC e VC). Cada ator ou vértice da rede é representado por um número. Os vértices com numeração acima de 600 referem-se aos tutores das classes.

Figura 2: Sociograma de interações online da classe VC nos fóruns de 12 disciplinas



Fonte: Autores (2014)

Para o *layout* dos sociogramas, isto é, para a disposição física dos vértices nos grafos, foi empregado o algoritmo Fruchterman-Reingold.

2.3 RESULTADOS

Os resultados apresentados buscam demonstrar o uso de métodos de ARS na avaliação das interações sociais em um curso de especialização a distância realizado com o apoio de um AVA Moodle.

2.3.1 Densidade

A densidade indica o nível de coesão de uma rede com base nos relacionamentos entre os participantes. Essa avaliação torna-se pertinente no contexto da pesquisa, uma vez que são comparadas cinco classes com o mesmo perfil e quantidade de estudantes, aproximadamente quarenta agentes públicos federais em cada rede, expostos ao mesmo conteúdo programático ao longo de 12 disciplinas durante 12 meses. Foram mensuradas as densidades das redes do curso com e sem os tutores, cujos resultados estão no Quadro 1.

Observa-se que é significativamente maior a densidade das classes quando é considerada a participação do tutor. Observando-se a **Error! Reference source not found.**, referente à classe AC, é possível inferir que sem o tutor diversos estudantes ficariam isolados das discussões, isto é, não interagiriam com seus colegas. Tais estudantes estão visualmente distribuídos na periferia do grafo. Demonstra-se que o tutor representou um fator agregador nas discussões.

A rede da classe VC (Figura 2) apresentou densidade superior às demais quatro redes (Quadro 1) tanto com a presença do tutor quanto sem ela. Essa classe apresenta-se diferenciada das demais, o que levanta questionamentos sobre os fatores que tornam essa classe mais densa que as outras.

Quadro 1: Densidade da rede

Classe	Densidade com tutores	Densidade sem tutores
AM	0,3779586	0,2313019
AE	0,3919544	0,253858
AC	0,3483276	0,2285714
VE	0,3709505	0,2516359
VC	0,5218195	0,3931624

Fonte: Autores (2014)

Segundo essas métricas, uma das cinco classes se destacou, enquanto as demais tiveram desempenho semelhante. A análise aprofundada do *modus operandi* dessa classe, como a participação dos estudantes e dos tutores, pode fornecer informações que permitam motivar outras turmas. Em contrapartida, uma análise aprofundada da classe AC pode revelar fatores de risco ao projeto educacional devido à evasão de estudantes com baixa interação social, uma vez que a **Error! Reference source not found.** evidencia estudantes com esse perfil

2.3.2 Centralidade de grau

A métrica de grau, também usada como medida de centralidade, permite verificar, em nível quantitativo, os relacionamentos de um vértice com os demais, ou seja, o número de conexões e a quantidade de pessoas com as quais alguém se comunicou em uma rede. Estudantes com elevado grau possuem chances maiores de desenvolver o diálogo educacional, que pressupõe interações positivas, sinérgicas e construtivas.

O Quadro 2 apresenta um sumário dos graus médio e máximo dos atores em cada uma das redes formadas em cada classe, mas separadas por disciplina. A medida levou em consideração todas as arestas da rede, considerando as arestas múltiplas e os *loops* da rede. Em todos os casos os graus foram calculados com e sem a presença dos tutores. O Quadro 2 demonstra que as classes apresentaram centralidade de grau média semelhante, com exceção, mais uma vez, da classe VC, que apresentou desempenho superior às demais não apenas nesse aspecto, mas também quanto ao grau máximo. Com base nos resultados do grau médio é possível inferir que a posição dos tutores foi primordial para o desenvolvimento do diálogo educacional, uma vez que os índices resultantes dessa participação se mostraram, em média, 100% superiores na comparação dos resultados com e sem tutores.

Quadro 2: Graus médio e máximo dos atores nas classes em 12 disciplinas

Classe	Grau médio com tutores	Grau médio sem tutores	Grau máximo com tutores	Grau máximo sem tutores
AM	39	18	81	47
AE	42	18	82	44
AC	36	16	81	42
VE	39	21	76	48
VC	54	31	95	70

Fonte: Autores (2014)

Quando a medida de grau leva em consideração apenas a primeira conexão entre quaisquer dois atores, sem linhas múltiplas ou *loops*, ela revela o número de pessoas com que cada estudante ou tutor teve contato. A média do número de conexões por pessoa para cada classe foi (com a presença dos tutores): AM - 23,1; AC - 23,4; AE - 20,6; VC - 32,2; VE - 22,9; (sem a presença dos tutores): AM - 15,6; AC - 14,4; AE - 15,1; VC - 21,1; VE - 16,6. Como a média de participantes por classe é de 50 (40 estudantes + 10 tutores), pode-se dimensionar o quanto cada um dos estudantes se relacionou com os demais. Em média, com exceção da classe VC, os estudantes comunicaram-se com menos da metade dos seus colegas.

O Quadro 3 detalha o grau médio separado por disciplina do curso. Conforme se pode observar, as classes AM e VC tiveram desempenho semelhante ao longo do curso. As classes AE e VE seguiram esse mesmo padrão no desempenho da comunicação do ponto de vista quantitativo. A classe VC apresentou novamente desempenho de interação superior às demais classes.

Quadro 3: Grau médio por disciplinas incluindo os tutores

Classes/ Disciplinas	AM	AE	AC	VE	VC
D01	12	7	9	8	14
D02 (1º encontro presencial)	12	11	13	16	18
D03	15	13	11	14	19
D04	8	13	11	8	14
D05	11	12	10	8	15
D06	9	12	13	11	13
D07 (2º encontro presencial)	8	8	8	6	11
D08	6	10	10	5	6
D09	8	7	10	8	11
D10	3	9	11	8	7
D11	4	5	6	8	8
D12	9	6	6	4	8

Fonte: Autores (2014)

Uma questão a ser considerada nos resultados é a mudança no número de interações para cada uma das classes, seguindo um padrão de maior ou menor intensidade com o passar de cada disciplina. Essas mudanças podem ter ocorrido pelo tipo de disciplina que estava sendo ofertada ou mesmo pelo nível de envolvimento dos estudantes com a realização do curso. Observa-se que houve um melhor desempenho, de modo geral, nas disciplinas D02 e D03, além de uma mudança nas interações entre as disciplinas D07 e D08. Ao se aproximar o final do curso, observa-se uma diminuição na comunicação entre os participantes. Para entender os motivos que levaram a essas mudanças na comunicação, faz-se necessário um estudo mais aprofundado dos resultados apresentados.

Houve dois encontros presenciais entre os estudantes, os tutores e a coordenação do curso durante a oferta das disciplinas. O primeiro encontro ocorreu logo no início da disciplina D02, e o segundo, durante a disciplina D07. Os dados sugerem que a interação durante os encontros presenciais gerou um aumento na comunicação entre os participantes no espaço virtual.

2.3.3 Estrutura da rede com análise do k-core e cliques

Um *k-core* pode ser considerado a formação de uma “panelinha” em uma rede, na qual são separados os atores com maior grau de relação entre seus pares. O estudo de formação de *k-*

cores fornece um entendimento acerca dos níveis de comunicação existentes, podendo-se separar os grupos que tendem a se relacionar de forma (número) semelhante com outros estudantes.

Quadro 4: Distribuição de *K-cores* ao longo do curso

Classe	Nível	Nível <i>k-core</i> Com tutor	Número de atores No <i>k-core</i>	Nível <i>k-core</i> Sem tutor	Número de atores No <i>k-core</i>
AM	2 ^o nível	31	31 + 7	15	17 + 1
	1 ^o nível	33	31	16	17
AE	2 ^o nível	36	30 + 3	17	18 + 2
	1 ^o nível	38	30	18	18
AC	2 ^o nível	33	24 + 2	18	11 + 1
	1 ^o nível	35	24	19	11
VE	2 ^o nível	35	26 + 1	19	19 + 1
	1 ^o nível	36	26	20	19
VC	2 ^o nível	41	32 + 2	23	19 + 2
	1 ^o nível	44	32	24	19

Fonte: Autores (2014)

No Quadro 4 foram separados os dois mais altos níveis de *k-core* para cada uma das classes, com e sem tutor. Na segunda coluna aparecem o 1^o e o 2^o níveis do *k-core* de cada classe apresentada na primeira coluna. A terceira coluna mostra o nível *k* do *k-core*, enquanto a quarta coluna mostra o número de atores pertencentes àquele nível. É importante ressaltar que na quarta coluna o número de atores no 2^o nível é a soma dos atores do nível superior (1^o) adicionados àqueles que pertencem somente ao 2^o nível. A quinta e a sexta colunas apresentam a mesma informação das colunas três e quatro, mas sem os tutores.

O nível do *k-core* é igual ao grau mínimo dos atores, naquela subrede, que pertencem àquele nível. Com esses dados podemos perceber, tomando como base a última coluna, que em uma classe com aproximadamente 40 estudantes + 10 tutores (50 atores) temos grupos de 11 (classe AC) a 19 (classes VE e VC) estudantes com alto relacionamento entre eles, com os demais se tornando periféricos no que diz respeito às comunicações em fóruns.

Outra forma de se avaliar a formação de grupos é por meio da análise dos cliques. Em um clique, todos os atores que dele participam se relacionam com todos os demais atores daquele subgrupo. Dessa forma, podemos imaginar que toda a comunicação realizada nesse grupo foi compartilhada com os demais membros. Pelo fato de um fórum poder ser acessado por qualquer estudante ou tutor, não sendo necessária sua participação, entendemos aqui como comunicação a

participação ativa, ou seja, uma resposta a uma mensagem postada num fórum. O número de cliques por classe e os cliques com maior número de atores podem ser vistos no Quadro 5.

Quadro 5: Número de cliques e seus atores, por classe

Classe	Número de cliques	Cliques com maior número de atores
AM	39	18
AE	42	18
AC	36	16
VE	39	21
VC	54	31

Fonte: Autores (2014)

Para a análise dos cliques, a avaliação da classe VC é importante. Foram encontrados 54 cliques, um número 50% maior que o apresentado pela classe AC (36 cliques). Isso demonstra um maior engajamento dos atores nas discussões. O número máximo de atores em um clique também se mostrou importante, visto que um número muito maior de atores participou em conjunto na classe VC, o que indica a formação de um grupo mais coeso e colaborativo de estudantes.

2.4 CONTRIBUIÇÕES PERCEBIDAS NO USO DOS MÉTODOS DE ARS

A metodologia de ARS empregada na avaliação das interações em um AVA pode apresentar algumas contribuições no campo da tomada de decisões para o processo de ensino e aprendizagem.

Com o intuito de buscar uma resposta acerca da pergunta balizadora da pesquisa – quais as contribuições que o uso de métodos de Análise de Redes Sociais pode trazer na gestão de um projeto educacional apoiado por um AVA? –, podemos afirmar que no campo da aprendizagem colaborativa,⁵ por meio da inovação e da rede de saberes, os panoramas analíticos gerados pela

⁵ “Ambiente social, cultural, intelectual e psicológico que promove e sustenta a aprendizagem enquanto processo social, baseado na partilha de recursos e construção solidária de saberes, formado por um conjunto de pessoas em interação animadas de um comprometimento mútuo, de um sentimento de pertença e identidade” (*Blog da UC de Gestão de Comunidades de Aprendizagem*. Disponível em: <<http://gcoa-online.blogs.ua.sapo.pt/1346.html>>. Acesso em: 12 maio 2014.

ARS podem contribuir para promover a cooperação e a colaboração em AVAs, proporcionando alguns diferenciais, indicados a seguir:

- Promover a cooperação educacional por meio do diálogo educacional;
- Desenvolver a capacidade de resolver problemas por meio do compartilhamento de ideias e experiências;
- Incentivar a interdependência no aprendizado em vez apenas do trabalho isolado;
- Desenvolver a capacidade de condensar as informações em contraponto à fragmentação do conhecimento;
- Utilizar as redes sociais na produção de conhecimento.

No campo do *design* instrucional⁶ e do gerenciamento de projetos,⁷ a metodologia de ARS pode favorecer o planejamento e a construção de projetos educacionais baseados nas lições aprendidas, levantadas por um panorama analítico de um projeto concluído. Também permite a realização de diagnósticos de projetos quanto ao seu tempo de execução para atingir os objetivos educacionais, pois oferece subsídios que permitem adaptar o ambiente às necessidades de aprendizagem dos estudantes, como descrito em alguns exemplos a seguir:

- Identificar estudantes isolados, portanto com risco de evasão, para tentar integrá-los ao grupo;
- Identificar estudantes tanto com alto como com baixo desempenho para o planejamento de intervenções;
- Incentivar a formação de grupos heterogêneos dos quais participam estudantes comunicativos e aqueles com dificuldades de socialização em fóruns;
- Incentivar o diálogo significativo entre pares;
- Incentivar a geração de apoio mútuo entre estudantes para a apropriação e a compreensão de conteúdos ou a cooperação mútua nos estudos;

⁶ *Design* instrucional é “a ação intencional e sistemática de ensino que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a aplicação de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações didáticas específicas a fim de promover, a partir dos princípios de aprendizagem e instrução conhecidos, a aprendizagem humana” (FILATRO, 2008, p. 3).

⁷ O Instituto de Gerenciamento de Projetos (Project Management Institute – PMI) define projeto como o esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único.

- Realizar comparações entre as interações sociais dos estudantes antes das intervenções e depois delas para aferir a eficácia das medidas adotadas;
- Reorientar, quantas vezes forem necessárias, o processo de ensino e aprendizagem, desde a fase de iniciação até o encerramento do projeto.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diálogo educacional, entendido como o conjunto de interações que possuem qualidades positivas, sinérgicas e construtivas (MOORE, 1997) tanto de estudantes quanto de tutores nos fóruns, foi mensurado por meio da metodologia de ARS.

Como resultado da pesquisa, foi possível realizar diagnósticos relevantes do diálogo educacional das classes relativos à identificação de: estudantes isolados, portanto com risco de evasão; estudantes e classes com desempenho diferenciado; formação de grupos de cooperação; entre diversos outros, que favorecem a tomada de decisão dos gestores quanto ao controle de qualidade dos projetos educacionais tanto em execução como também para o planejamento de novos projetos.

Desse modo, ficou demonstrado que a ARS, por meio dos panoramas analíticos fornecidos pelo uso das diversas métricas, pode oferecer contribuições relevantes para a área educacional, especialmente para a educação apoiada pelas tecnologias da informação e da comunicação, favorecendo a construção de ambientes adequados às necessidades dos usuários.

Para trabalhos futuros, entendemos que a intervenção durante o processo de planejamento e ensino, com a utilização dos métodos de ARS aqui apresentados, pode trazer resultados promissores na integração dos estudantes e na diminuição de sua evasão em cursos semipresenciais ou *online*, além de uma melhora na construção do conhecimento colaborativo.

Artigo recebido em 30/12/2014 e aceito para publicação em 12/04/2015.

THE USE OF SOCIAL NETWORK ANALYSIS METHODS FOR THE APPRAISAL OF SOCIAL INTERACTIONS ON A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT

ABSTRACT

This article analyzes social interactions that occurred over a 12 months period on online forums of participants of a distance post-graduate course (specialization). The educational dialogue established through the message exchanges in the forums had the participation of 201 students and 44 tutors. Students were divided into five distinct classes (AM, AC, AE, VC and VE), which had the mediation of 44 tutors over 12 disciplines. The interactions were analyzed by using methods of social networks analysis in order to understand the positioning of the actors (students and tutors) when distributed in graphs on their established relationships to each other. Through the exploratory research it was possible to observe the formation of collaborative learning networks for the construction of knowledge, describing the importance of mentoring activity and qualifying it as a source for decision making in the process of teaching and learning. Methods derived from social networks analysis, especially those related to measurements of centrality and cohesive groups, when applied to online forums can characterize the formation of collaborative environments in the construction of knowledge and in meeting the needs of users in environments supported by means of information and communication technology.

Keywords: *Social Interactions. Educational Dialogue. Virtual Learning Environment. Social Network Analysis. CEGSIC.*

REFERÊNCIAS

DAWSON, Shane. A study of the relationship between student social networks and sense of community. **Journal Of Educational Technology & Society**, v. 11, n. 3, p. 224-238, jul. 2008. Disponível em: <http://www.ifets.info/journals/11_3/16.pdf> Acesso em: 7 out. 2012.

FILATRO, Andrea. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problems solving. In: RESNICK, L. H. (Ed.). **The nature of intelligence**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1979.

GASQUE, Kelley Cristine Gonçalves Dias. **O pensamento reflexivo na busca e no uso da informação na comunicação científica**. 2008. 246 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Informação, Departamento de Ciência da Informação, UnB, Brasília, 2008.

HANNEMAN, Robert A.; RIDDLE, Mark. **Introduction to social network methods**. Riverside: University of California, 2005. Disponível em: <<http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>>. Acesso em: 30 set. 2013.

LE COADIC, Yves François. **A ciência da informação**. Tradução: Maria Yêda F. S. de Filgueiras Gomes. Brasília: Briquet de Lemos, 1996.

MOORE, Michael G. Theory of transactional distance. KEEGAN, D. (Ed.). **Theoretical principles of distance education**, Routledge, 1997. Disponível em <<http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/found/moore93.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2011.

NEWMAN, Mark. **Networks: an introduction**. New York: Oxford University Press, 2010.

NOOY, Wouter; MRVAR, Andrej; BATAGELJ, Vladimir. **Exploratory network analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

SACERDOTE, Helena Célia de Souza. **Análise da mediação em educação online sob a ótica da análise de redes sociais: o caso do Curso de Especialização em Gestão da Segurança da Informação e Comunicações**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Informação, Faculdade de Ciência da Informação, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10482/12873>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

SACERDOTE, Helena Célia de Souza; FERNANDES, Jorge H. C. F. **Investigando as interações em um ambiente virtual de aprendizagem por meio da análise de redes sociais**. Incida: R. Ci. Inf. e Doc., Ribeirão Preto, v. 4, n. 1, p. 129-146, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/incid/article/view/59105/62104>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

SANTOS, Edméa O. Ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias livres, plurais e gratuitas. **Revista Faeba**, v. 12, n. 18, 2003. Disponível em: <<http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/hipertexto/home/ava.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social Network Analysis: methods and applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.