

## Análise Conversacional para Diagnosticar e Recomendar a Colaboração em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Antônio J. Moraes Neto<sup>1</sup>, Newarney T. Costa<sup>2</sup>, Márcia A. Fernandes<sup>3</sup>, Tel Amiel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Estado de Educação do DF (SEEDF) – Brasília, DF – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal Goiano (IF Goiano) – Iporá, GO – Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Uberlândia, MG – Brasil

<sup>4</sup>Universidade de Brasília (UnB) – Brasília, DF – Brasil

antonio.neto@ifb.edu.br, newarney.costa@ifgoiano.edu.br,

marcia@ufu.br, amiel@unb.br

**Abstract.** *Virtual Learning Environments have been used to support collaborative learning. However, assessing collaboration among students to continuously encourage learning remains a challenge. Since conversational analysis can provide a measurement of collaboration level among students, this paper presents three indicators to measure the interactions, questions and relevant topics in students' conversations. Based on these indicators, recommendations were made for students and teachers in order to improve collaboration. As a proof of concept, experiments using Moodle discussion forums were conducted to verify this strategy and the results are presented. Participants evaluated the recommendations which they received, which indicates promising results.*

**Resumo.** *Ambientes Virtuais de Aprendizagem têm sido usados para apoiar a aprendizagem colaborativa, mas determinar a colaboração entre estudantes para incentivar continuamente a aprendizagem permanece sendo uma questão desafiadora. Como a análise conversacional pode fornecer um diagnóstico do nível de colaboração entre estudantes, este artigo apresenta três índices para mensurar as interações, perguntas e tópicos relevantes nas suas conversas. Com base nesses índices, são sugeridas recomendações para estudantes e professores a fim de melhorar a colaboração. Experimentos usando fóruns de discussão do Moodle foram realizados como prova de conceito, nos quais os participantes avaliaram as recomendações, indicando que os resultados são promissores.*

### 1. Introdução

Fóruns de discussão continuam sendo amplamente utilizados para a comunicação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), sejam em cursos presenciais ou a distância. Um dos atuais desafios educacionais é a construção do conhecimento por parte dos estudantes, o que pode ser proporcionado pela aprendizagem colaborativa. A Análise Conversacional (AC) oferece uma forma de analisar a compreensão produzida por meio da interação, focando nos métodos pelos quais os interagentes constroem sentido colaborativamente, visando relatar como a compreensão foi alcançada na conversa [Koschmann 2013]. Uma abordagem metodológica de AC pode avaliar não apenas o

conteúdo, mas também a estrutura, os papéis e as relações nas conversas dos estudantes [Abraham et al. 2016]. Portanto, a caracterização da conversação on-line proporcionada pela AC pode ser utilizada em AVAs para melhor identificar onde e como ocorre a interação social, indicando assim possibilidades de realizar recomendações adequadas a fim de promover a aprendizagem colaborativa.

Este artigo propõe três índices para determinar o nível de colaboração com base nas mensagens que os estudantes postam em fóruns de discussão e, a partir desses índices, são feitas recomendações a estudantes e professores visando melhorar a colaboração. Considerando esse objetivo, na seção 2 estão conceitos, métodos e ferramentas adotados, bem como uma breve revisão da literatura relacionada a esta abordagem. A estratégia para determinar o nível de colaboração e o planejamento das recomendações constam na seção 3. Na seção 4 são apresentadas as etapas dos experimentos, que envolveu planejamento, realização e avaliação, cujos resultados são analisados na seção 5, finalizando com as conclusões na seção 6.

## 2. Fundamentação Teórica

A proposição de índices para identificar o nível de colaboração a partir de diálogos (conversas) como os que ocorrem em fóruns de discussão, envolve não apenas Processamento de Linguagem Natural (PLN), mas também outros aspectos como as ocorrências de perguntas e respostas entre estudantes e se os diálogos envolveram os temas a serem debatidos. Diferentes técnicas podem auxiliar na coleta dessas informações. Assim, nesta seção serão apresentadas as principais ferramentas utilizadas para definição dos índices e do nível de colaboração, bem como uma breve revisão da literatura.

### 2.1. Ferramentas Utilizadas

Para avaliar a colaboração entre estudantes é necessário usar técnicas de análise de interação que identifiquem se houve construção de conhecimento. Ademais, para analisar esses dados é necessário adotar práticas de pré-processamento que evitem resultados excessivamente otimistas na análise de fóruns de discussão [Farrow et al. 2019].

A *Social Network Analysis* (SNA) permite registrar o número de interações entre os estudantes como um indicador de qualidade da colaboração [Dascalu et al. 2018]. A SNA pode ser realizada pela plataforma Cytoscape que, ao analisar a rede de interações, fornece, dentre outras dimensões, a centralização, pela qual as medidas identificam até que ponto a rede depende de um certo número de interagentes [Shannon et al. 2003]. Outras métricas fornecidas são os graus de entrada e saída, ou *in- and out-degree*, correspondentes às bordas de entrada e saída de um determinado nó [Pereira 2018].

A qualidade do engajamento pode ser medida pelo número de respostas às postagens, e não pelo número de postagens iniciadas por um estudante, ou seja, as respostas demonstram engajamento [Lyndall and Elspeth 2015]. O número de estudantes debatendo também influencia na qualidade de suas interações, idealmente organizadas em pequenos grupos, variando de 3 a 6 participantes [Saqr et al. 2019]. Para identificar o questionamento é preciso considerar que é um tipo de afirmação onde se busca informações factuais, incluindo termos como ‘o quê’, ‘qual’, ‘onde’ e ‘quando’, ou que busca explicação, incluindo palavras como ‘por que’ e ‘como’ [Lu et al. 2011]. O software LIWC implementa o PLN e pode ser usado para contabilizar indicadores de questionamento, por meio

de um recurso lexical [Cavalcanti et al. 2020]. A fim de caracterizar as perguntas o LIWC, com base na contagem total de palavras, ou *Total Words Count* (WC), informa porcentagens como *Interrog* e *QMark*, relacionadas a termos usados para questionamento e pontos de interrogação respectivamente [Pennebaker et al. 2015].

Em relação à detecção de tópicos, a repetição de palavras-chave em postagens de fórum é um indicador de quais assuntos estão em discussão [Allaymoun and Trausan-Matu 2015]. Para tanto, a modelagem de tópicos pode ser adotada para identificar palavras-chave em mensagens de estudantes com o método *Latent Dirichlet Allocation* (LDA), que define tópicos para capturar semântica latente em textos, onde cada documento é representado por uma distribuição de probabilidade (*dirichlet*) sobre tópicos ocultos (*latent*), sendo cada tópico descrito por uma distribuição (*allocation*) de palavras autoexplicativas. Assim, o algoritmo LDA infere tópicos não observados, onde não há rótulos que os descrevam, atribuindo palavras a tópicos, nos quais é irrelevante a ordem destas, pela disposição dos termos que aparecem frequentemente juntos em um documento [Schulte 2021]. Outro método dessa modelagem é o *Correlated Topic Model* (CTM), semelhante ao LDA, mas usado para descrever a composição latente de tópicos associados em pares dentro de cada documento em um corpus. Para selecionar um método mais adequado de modelagem de tópicos é necessário considerar ainda parâmetros como a média de palavras por documento [Vayansky and Kumar 2020]. O software de código aberto Tomotopy<sup>1</sup> implementa, dentre outros, esses métodos.

Sistemas de recomendação integrados aos AVAs podem contribuir para a aceleração do processo de aprendizagem, facilitar o acesso a conteúdos educativos e enriquecer esses ambientes [Liu et al. 2019]. É relevante destacar que em sistemas de recomendação baseados em conhecimento, as recomendações são sugeridas com base nos requisitos especificados, e não no histórico de interação do estudante [Aggarwal 2016]. As estratégias de intervenção podem ser definidas com base na estrutura *Academically Productive Talk* (APT), projetada para estimular a discussão em contexto educacional [Michaels 2016] com ênfase na valorização da interação [Tegos et al. 2020], que propõe ferramentas a serem adotadas pelo professor para estimular a discussão em sala de aula onde os alunos expõem seus raciocínios, ouvem profunda e criticamente as contribuições dos outros e, assim, interagem de forma colaborativa [Michaels and O'Connor 2015]. É importante notar que quando os estudantes postam suas participações em fóruns e seus colegas recebem convites para comentá-las, isso resulta em um número menor de tópicos fragmentados, mas com o aumento de participações por tópico [Oliveira et al. 2011].

## 2.2. Trabalhos Relacionados

A revisão da literatura foi realizada com foco em aspectos conceituais e ênfase metodológica. Os resultados indicaram a AC para identificar colaboração em AVAs e possibilidades de recomendação para promover a aprendizagem colaborativa [Moraes Neto et al. 2020]. A natureza sequencial do pensamento é o foco da AC, que se perde na maioria das análises estatísticas de codificação, onde as declarações individuais são codificadas e contabilizadas, sem considerar a ordem sequencial de respostas [Stahl 2012]. A adoção da AC é relevante ao considerar as características das trocas textuais on-line, cuja gramática é comparativamente informal e não estruturada, onde

<sup>1</sup>Tomotopy website: <https://bab2min.github.io/tomotopy>.

os usuários estão envolvidos em um tom de conversa [Uthus and Aha 2013]. A partir da análise dos registros, ou logs, de conversas, é possível adotar uma metodologia para detectar e classificar o comportamento de interação dos estudantes [Procter et al. 2018]. Para avaliar a colaboração entre eles, é necessário usar técnicas de análise de interação a fim de proporcionar uma visão da colaboração segundo o fluxo sequencial das suas falas, pois quando os estudantes estão resolvendo problemas juntos e expressando, por meio de textos, seus pensamentos uns para os outros, esses dados ficam disponíveis para análise nos logs do AVA. Além disso, o fluxo de propostas, respostas, perguntas, acordos, etc. está disponível para análise como um processo cognitivo estendido [Stahl 2012].

Combinar a avaliação da colaboração com base na análise da interação com a detecção de tópicos abordados nos fóruns de discussão pode informar sobre a atuação de estudantes na perspectiva de identificar um conjunto de dimensões sociais e cognitivas, marcado pela interação com as pessoas apropriadas sobre o conteúdo apropriado [Gašević et al. 2019]. A partir disso, sistemas de recomendação podem, por exemplo, fornecer feedback para incentivar o engajamento estudantil na conversa e manter o foco em um aspecto das atividades, criadas por especialistas segundo a aprendizagem baseada em projetos. Nesse ambiente, os professores puderam editar as recomendações para que fossem adequadas a cada situação [Tawfik et al. 2020]. Ademais, é importante notar que o benefício de medir a qualidade da colaboração para cada estudante é o reconhecimento de sua contribuição proativa e eficaz ao debate [Lyndall and Elspeth 2015].

### 3. Determinando e Recomendando a Colaboração em Fóruns de Discussão

A aprendizagem colaborativa pode ser observada em fóruns devido à interação entre estudantes em que ocorre a discussão conjunta de um ou mais tópicos. A fim de motivar a colaboração, são propostos índices para determinar os níveis desta a cada estudante e para o fórum, bem como são apresentadas recomendações que podem aumentar esses níveis, sendo necessário para tanto implementar uma camada de AC.

A avaliação da colaboração é feita por meio da AC pela combinação de variáveis para indicar onde e em que nível ocorreu a colaboração em um fórum de discussão. O pré-processamento de fórum é a etapa da AC onde são aplicadas técnicas específicas de PLN como *lematização*, *stemização* e mapeamento fonético. Cada etapa da AC a seguir ocorre a fim de definir um índice a ser calculado para cada postagem: o Processamento de Recursos trata do relacionamento entre as mensagens, definindo o *Identification of Students' Interactions (ISI)*; a Identificação do Atributo da Mensagem é onde se caracteriza o tipo da mensagem, determinando o índice *Questioning Characterization (QC)* para definir as postagens com perguntas; e a inferência dos principais termos abordados no fórum ocorre na etapa Detecção e Rastreamento de Tópicos, definindo o índice *Main Topic Approached (MTA)*. A combinação desses índices determina o nível de colaboração entre os estudantes, ou *Students Collaboration Level (SCL)* [Moraes Neto et al. 2022].

No Processamento de Recursos ocorre a caracterização da dinâmica social por meio da SNA, em que é estruturada uma rede por fórum, em que cada nó corresponde a uma postagem, permitindo observar quais estão relacionadas pelas arestas. Após analisar essa rede, a centralidade de grau ponderado, ou *Weighted Degree Centrality (WDC)*, é a soma dos pesos das arestas conectadas ao nó. Nesta pesquisa, o *WDC* caracteriza o número de respostas dos estudantes a uma mensagem, pois o peso de suas postagens é

um, enquanto as dos demais interagentes têm peso zero. A quantidade total de respostas a cada mensagem é fornecida pelo *out-degree* ( $OD$ ) que, se for zero, então não houve resposta para a postagem dada. O  $ISI$  caracteriza para cada mensagem a proporção do total de retornos de estudantes ( $WDC$ ) diante da quantidade de respostas ( $OD$ ), o qual é calculado pela fórmula  $ISI = WDC/OD$ , para  $OD$  maior que zero.

A Identificação do Atributo da Mensagem é a etapa da AC que permite identificar características das postagens por meio do PLN. Considerando os resultados obtidos pelo LIWC usando o seu dicionário de português, apenas a presença do ponto de interrogação foi eficaz para identificar as questões, ou seja, não foi possível identificar nenhuma mensagem com pergunta sem que a porcentagem de  $QMark$  fosse maior que zero. Assim o índice  $QC$  é calculado pela fórmula  $QC = QMark/100$ .

No contexto desta pesquisa, considerando parâmetros para selecionar um método de modelagem de tópicos, o CTM foi aplicado para a Detecção e Rastreamento de Tópicos, que permitiu: (1) identificar o tópico que possui o maior número de palavras no fórum; (2) classificar cada mensagem conforme a proporção de palavras associadas ao tópico identificado; e (3) apontar os termos mais relevantes em debate no fórum. Desta forma, o  $MTA$  é o valor da proporção do tópico com maior distribuição de palavras no fórum para cada mensagem, cuja fórmula é  $MTA = \theta^{(d)}$  do maior  $\phi$ . Por fim, o  $SCL$  de cada mensagem é formado pela média dos índices anteriores, sendo assim calculado:  $SCL = (ISI + QC + MTA)/3$ .

A partir dos índices e do nível de colaboração, podem ser feitas recomendações para estudantes e professores. O planejamento dessas recomendações foi feito com base nas estratégias da APT. Na Tabela 1 constam as recomendações aos estudantes, sendo as três primeiras definidas para serem postadas no fórum de discussão a ser monitorado, disponível abertamente a todos os participantes. Nota-se que: R1 está relacionada ao índice  $QC$ ; R2, R6 e R7 estão relacionadas ao  $MTA$ ; R4 está relacionada aos índices  $ISI$  e  $QC$ ; as demais, R3 e R5, estão relacionadas ao  $SCL$ . De forma semelhante foram planejadas as recomendações aos professores e tutores visando: (1) sugerir opções para motivar a participação, priorizando as mensagens que contêm perguntas ainda não respondidas, mas contemplam os principais termos em discussão, além daquelas com os maiores níveis de colaboração; e (2) informar a quantidade de mensagens dos estudantes, as porcentagens das que são questionamentos e retornos, os principais termos discutidos e os níveis de colaboração do fórum bem como de cada estudante. Considerando esse planejamento, foram elaborados ainda os questionários para que estudantes e professores avaliassem as recomendações. Na seção 4 serão apresentados exemplos de recomendações e questões de avaliação disponibilizadas aos participantes dos experimentos.

#### 4. Descrição dos Experimentos

Os experimentos foram realizados no Instituto Federal Goiano (IF Goiano), após a aprovação do Protocolo de Pesquisa pelo respectivo Comitê de Ética em Pesquisa. Foram convidados quinze estudantes dos componentes curriculares Arquitetura de Computadores e Atividade de Extensão II do curso presencial Bacharel em Ciência da Computação. Catorze estudantes e o professor, atuantes em duas turmas, participaram desta pesquisa. Para cada turma um fórum de discussão foi monitorado de maneira a: (1) analisar as 33 postagens obtidas por meio da funcionalidade *Exportar* na *Administração do fórum* do

**Tabela 1. Planejamento das recomendações aos estudantes**

Motivação	Foco	Estratégia APT	Recomendação
Sugerir opções para motivar a participação, por meio de recomendações abertas	Mensagens com perguntas que ainda estão sem retorno	<i>Linking contributions</i>	R1 Você pode responder [com links das 3 mensagens com perguntas de estudantes que estão pendentes de resposta de colega (maiores QC, se ISI = 0 e MTA > 0)]
	Principais termos em discussão	<i>Challenging students</i>	R2 Você pode debater [com links das 3 outras mensagens de estudante com os maiores MTA]
	Mensagens mais debatidas	<i>Linking contributions</i>	R3 Você pode colaborar mais [com links das 3 outras mensagens de estudante com os maiores SCL]
Fornecer informações acerca de fóruns que participou, por meio de recomendações privadas	Quantidades de mensagens por estudante com as que são perguntas e retornos	<i>Expanding reasoning / Wait time</i>	R4 De [Qtd Postagens] postagem(ns) que fez, em [Perguntas Estd] havia pergunta e [Retorno Estd] foi/foram para comentar mensagens de colegas. Comparando esses valores, talvez queira aumentar a sua participação postando uma pergunta ou um comentário a mensagem de colega.
	Indicação dos níveis de colaboração do fórum de discussão e de cada estudante	<i>Linking contributions / Wait time</i>	R5 O nível de colaboração pode variar de 0 a 1. Atualmente a média desse nível é [Média SCL] para todo o fórum e o maior valor desse nível considerando apenas as suas mensagens é [Máximo SCL Estd]. Esses valores podem aumentar quando você postar uma mensagem sobre o assunto que está sendo debatido, aumentando ainda mais se puder fazer isso em resposta à mensagem de um colega.
	Principais termos discutidos	<i>Pressing for accuracy</i>	R6 Os seguintes termos estão sendo mais debatidos neste fórum: [Tópico com maior φ]. Para ajudar a aprofundar esse debate você poderia postar uma mensagem com uma referência ou evidência sobre o assunto debatido.
		<i>Expanding reasoning</i>	R7 Talvez possa aumentar sua participação postando alguma mensagem que aborde os termos que estão sendo mais debatidos neste fórum: [Tópico com maior φ].

Moodle<sup>2</sup>; e (2) sugerir recomendações para promover a colaboração entre os estudantes. Desta maneira, foi realizada a prova de conceito da proposta descrita neste artigo.

Foram inicialmente realizadas reuniões com o professor no sentido de apresentar a pesquisa e definir atividades acadêmicas condizentes com os planejamentos de aulas previamente definidos, abordando conteúdos curriculares preestabelecidos. Assim foi definida uma atividade para cada turma, usando fórum de discussão no AVA do IF Goiano. Considerando ainda a dinâmica das aulas, foram estabelecidas três fases para disponibilizar as recomendações aos participantes, além da data para responderem o questionário a fim de avaliá-las.

Os participantes puderam acessar tanto as recomendações disponibilizadas no mesmo fórum onde foi realizada a atividade quanto as que receberam por mensagens individuais enviadas pelo Moodle, que também as encaminhou por e-mail. Portanto, para cada turma, as recomendações abertas foram postadas no tópico *Dicas e informações para aprender colaborando*, no qual, além das três mensagens planejadas, uma a cada fase, foi necessária uma postagem inicial a fim de motivar a participação dos estudantes, cujo conteúdo: (1) explicava a importância do fórum para debater dúvidas e ideias sobre a atividade final da disciplina, podendo facilitar sua elaboração; (2) convidava a escrever a primeira mensagem em resposta ao tópico postado pelo professor; (3) esclarecia que então seriam analisadas as postagens a fim de oferecer informações e sugestões para ajudar a aprender mais enquanto debatia com os colegas; e (4) avisava que, ao final, poderia avaliar, por meio de um questionário, o quanto as recomendações foram úteis.

Os dados obtidos nos fóruns<sup>3</sup> estão organizados em colunas como as *id*, *parent* e *userid*, que correspondem respectivamente aos identificadores únicos: da mensagem; da mensagem anterior respondida, caso haja; e do usuário que postou. A partir destes é caracterizada a rede de interações. Foi definido para cada mensagem: (1) se esta pertencia ou não a um estudante, sendo 1 caso pertencesse; (2) os índices *QC*, *ISI* e *MTA*; e (3) o *SCL* apenas quando fosse de estudante, conforme consta na Tabela 2. Com esses resultados, as recomendações abertas foram postadas a fim de destacar as mensagens de estudantes que os colegas poderiam interagir, como está na Figura 1, onde não há

<sup>2</sup>Moodle website: <https://moodle.com/pt/>.

<sup>3</sup>Exemplo de extração do fórum de discussão: <https://cutt.ly/nLGMrrR>.

mensagem que poderia ser respondida porque os estudantes não postaram perguntas.

**Tabela 2. Cálculo dos índices**

id	LIWC	Cytoscape	Tomotopy	SCL - Students Collaboration Level					
	QMark	Degree	$\theta^{(d)}$	QC	OD	WDC	ISI	MTA	SCL
121080	3	7	0,135	0,03	6	6	1	0,135	NA
121392	0	1	0,045	0	0	0	0	0,045	0,015
122659	0	1	0,247	0	0	0	0	0,247	0,082
122729	0	2	0,296	0	1	1	1	0,296	0,432
122910	0	1	0,100	0	0	0	0	0,100	0,033

Para as recomendações privadas foram definidos os valores relativos a cada estudante como ao que se refere a Tabela 3, tendo efetuado quatro postagens, às quais foram definidas respectivamente: a média do *SCL*; o *SCL* máximo; as quantidades e as porcentagens de mensagens em que havia pergunta; e daquelas em que respondeu a um colega.

**Olá, estudante!**

**Você pode debater**

- 1) As atividades de planejamento poderiam ser melhoradas partindo da adoção de uma...
- 1-O planejamento das aulas está bom....
- 1) As reuniões de planejamento das aulas deveriam acontecer antes e depois que as aulas...

**Você pode colaborar mais**

- 1) Disponibilizando atividades praticas com o nivel destas atividades em constante...
- 1) Acho que poderíamos criar desafios durante as aulas e criar grupos de alunos, formados...
- 1) As atividades de planejamento podem ser melhoradas a divisão do conteúdo por aula e...

**Figura 1. Recomendação aberta postada no fórum**

**Tabela 3. Valores definidos para um estudante**

userid	Total messages	<i>SCL</i> average	Maximum <i>SCL</i>	Num.of questions	Perc.of questions	Num.of returns	Perc.of returns
11090	4	0,018	0,033	0	0%	1	25%

O estudante referido na Tabela 3 recebeu, na fase final, uma mensagem com as recomendações correspondentes as quatro últimas apresentadas na Tabela 1, da R4 a R7, como esta: “Talvez possa aumentar sua participação postando alguma mensagem que aborde os termos que estão sendo mais debatidos neste fórum: aula, planejamento, atividade, aluno, desafio.” Ainda nessa fase, o professor recebeu uma mensagem com quatro recomendações relativas à: (1) quantidade de mensagens dos estudantes com as porcentagens das que eram perguntas e retornos; (2) totais de recomendações feitas; (3) principais termos discutidos; e (4) outra que sugeriu “Considerando que o nível de colaboração pode variar de 0 a 1, abaixo estão listadas as médias desse nível neste fórum: 24/06/22, 0,075; 20/06/22, 0,052; 13/06/22, 0,082. A colaboração aumenta quando o estudante posta uma mensagem sobre o assunto que está sendo debatido, aumentando ainda mais se ele fizer isso em resposta à mensagem de um colega. Para cada estudante  $i$ , identificado por uma

$Id_i$ , consta o maior valor para o nível de colaboração dentre as mensagens dele, considerando isso você pode comparar a participação dos estudantes no fórum: [ $Id_1$ ], 0,112; [ $Id_2$ ], 0,082; [ $Id_3$ ], 0,122; [ $Id_4$ ], 0,059; [ $Id_5$ ], 0,033; [ $Id_6$ ], 0,432; [ $Id_7$ ], 0,036.”

Ao final, foi disponibilizado um formulário aos estudantes e outro ao professor a fim de que avaliassem as recomendações. As seguintes afirmações compuseram a avaliação dos estudantes: (Q1) A mensagem inicialmente postada que convidava os estudantes a iniciarem a participação no fórum me estimulou a postar a minha primeira mensagem; (Q2) Avalio que o assunto abordado em uma mensagem da lista ”Você pode debater” me motivou a postar outra mensagem no fórum; (Q3) Decidi postar um comentário a uma mensagem porque estava na lista ”Você pode colaborar mais”; (Q4) A informação das quantidades de perguntas e de comentários que eu fiz contribuiu para aumentar a minha participação neste fórum; (Q5) A indicação da média do nível de colaboração deste fórum e do maior valor desse nível dentre as minhas mensagens me motivou a fazer nova postagem; (Q6) A indicação da média do nível de colaboração deste fórum e do maior valor desse nível dentre as minhas mensagens me incentivou a postar ao menos um comentário à mensagem de um colega; (Q7) A indicação dos termos que estavam sendo mais debatidos no fórum me ajudou a postar mensagem com referência ou evidência sobre o assunto debatido; (Q8) Postei uma mensagem no fórum com base na indicação dos termos que estavam sendo mais debatidos; e (Q9) A indicação dos termos que estavam sendo mais debatidos me ajudou a participar do fórum. Cada uma dessas afirmações foi respondida pelos participantes utilizando uma escala Likert de 5 níveis [Likert 1932], sendo eles: (1) Discordo totalmente; (2) Discordo parcialmente; (3) Não concordo nem discordo; (4) Concordo parcialmente; e (5) Concordo totalmente. Usando escala Likert semelhante, outras duas assertivas finais avaliaram a percepção geral acerca das recomendações recebidas, uma relacionada à relevância destas para o aprendizado dos estudantes (Q10), e outra acerca da quantidade (Q11).

## 5. Análise dos Resultados

O objetivo dos experimentos foi realizar as recomendações conforme os índices estabelecidos para definir o nível da colaboração entre os estudantes. A fim de verificar se tal objetivo foi alcançado, os participantes avaliaram as 56 recomendações disponibilizadas, sendo para cada turma 4 abertas, 21 privadas para os estudantes e 3 para o professor. A análise apresentada nesta seção ocorreu a partir dos índices, tanto de forma quantitativa quanto qualitativa. Os resultados relativos às questões 1 até 9 constam na Figura 2. A avaliação da Q1, relativa à contribuição da recomendação inicial para convidar os estudantes a iniciarem a participação no fórum de discussão, obteve 43% de concordância parcial e 21% de total.

Tendo em vista que os estudantes não postaram perguntas, o índice  $QC$  não foi diretamente avaliado e a avaliação relativa ao índice  $ISI$ , que envolveu a resposta da questão Q4, foi parcialmente afetada, pois 43% avaliaram de forma neutra, mas ainda assim 43% concordaram parcialmente e 7% totalmente com a contribuição da recomendação que informou acerca das quantidades de perguntas e de comentários feitos pelo estudante no sentido de aumentar a sua participação no fórum monitorado.

A avaliação atinente ao índice  $MTA$  envolve diretamente as questões 2, 7, 8 e 9, cujos resultados, ainda na Figura 2, apontam para a concordância com relação às

recomendações que indicaram os principais termos em discussão. 50% dos estudantes concordaram nas Q2 e Q8 que postaram uma mensagem no fórum com base na indicação dos termos que estavam sendo mais debatidos, no caso da Q2 o fizeram a partir de mensagem da lista “Você pode debater”. Nas Q7 e Q9, para 78% tal indicação os ajudou a participar do fórum, com referência ou evidência sobre o assunto debatido no caso da Q7.

Os resultados das demais questões que estão na Figura 2 são aquelas relacionadas ao *SCL*, cuja avaliação das recomendações abordaram o nível de colaboração entre os estudantes. Apenas 35% deles concordaram com as sugestões de postar comentários às mensagens de colegas na Q3. Conforme a Q6, para 36% a recomendação, com indicação da média do nível de colaboração do fórum e do maior *SCL* dentre as mensagens individuais, incentivou a postar ao menos um comentário à mensagem de um colega. Entretanto, no caso da Q5, essa mesma indicação motivou 64% dos estudantes a fazerem uma nova postagem, sendo a recomendação melhor avaliada para o *SCL*.

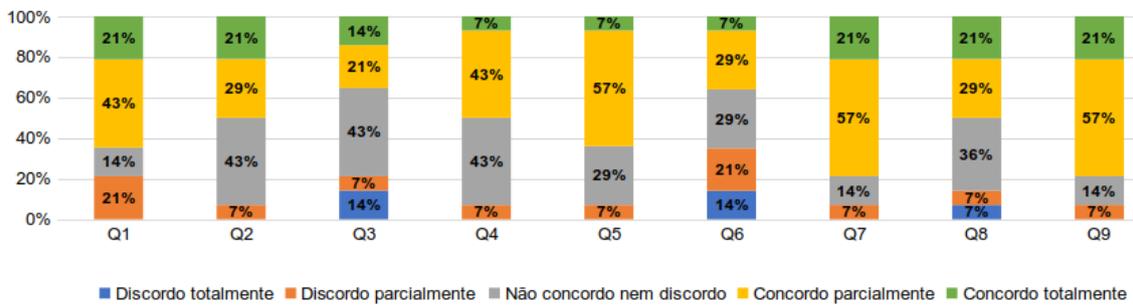


Figura 2. Percentuais das respostas para as questões 1 a 9

Dentre as questões feitas para os participantes indicarem a percepção geral acerca das recomendações recebidas, a Q10 indicou que a relevância destas para o aprendizado dos estudantes foi positiva, conforme consta na Figura 3, e a Q11 apontou que a quantidade disponibilizada foi suficiente para 57%.

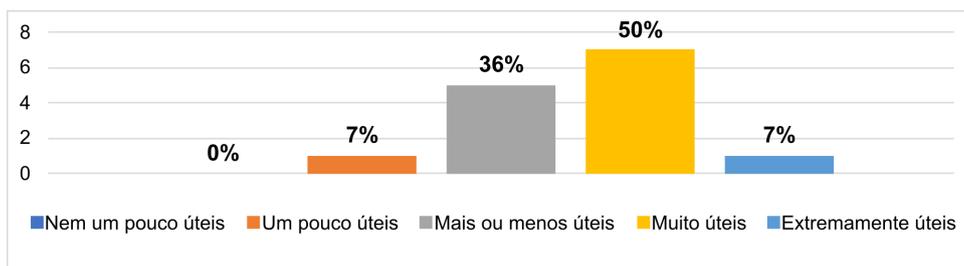


Figura 3. Relevância das recomendações para a aprendizagem

As correlações entre as questões também foram analisadas, conforme está na Tabela 4, cujos resultados evidenciam onze que, de maneira geral, apontam que as recomendações motivaram a fazer nova postagem e comentar a postagem de um colega no fórum. Destaca-se que a correlação entre: Q3 e Q5 sugere fortemente que recomendar colaborar mais e indicar o *SCL*, tanto do fórum quanto o das próprias mensagens, incentivou a fazer nova postagem; Q5 e Q6 sugere fortemente que conhecer o nível de colaboração instigou a postar nova mensagem ou ainda comentar a postagem de um colega; Q8 e Q9 aponta que saber dos termos mais debatidos ajudou a participar do fórum.

**Tabela 4. Matriz de correlação das respostas dos estudantes ao questionário**

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	
Q1	$\rho$	—								
	$p$	—								
Q2	$\rho$	0.148	—							
	$p$	0.613	—							
Q3	$\rho$	0.177	0.672**	—						
	$p$	0.545	0.008	—						
Q4	$\rho$	0.170	0.092	0.530	—					
	$p$	0.562	0.754	0.051	—					
Q5	$\rho$	0.022	0.526	0.772**	0.453	—				
	$p$	0.940	0.053	0.001	0.104	—				
Q6	$\rho$	0.105	0.635*	0.587*	0.320	0.772**	—			
	$p$	0.722	0.015	0.027	0.265	0.001	—			
Q7	$\rho$	0.214	0.329	0.326	0.575*	0.440	0.605*	—		
	$p$	0.463	0.250	0.255	0.031	0.115	0.022	—		
Q8	$\rho$	-0.222	0.304	0.346	0.281	0.551*	0.652*	0.445	—	
	$p$	0.445	0.291	0.225	0.331	0.041	0.011	0.111	—	
Q9	$\rho$	-0.161	0.160	0.156	0.351	0.546	0.534	0.599*	0.690**	—
	$p$	0.599	0.602	0.612	0.240	0.054	0.060	0.030	0.009	—

Legenda:  $\rho$  - Coeficiente de Spearman;  $p$  -  $p$ -valor; \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Os resultados apresentados corroboram a relevância das recomendações realizadas a partir do nível de colaboração entre os estudantes. De forma geral, os índices motivaram bem a participação e também a colaboração. Ressalta-se a importância da participação efetiva do professor no experimento, sugerindo fóruns voltados para a realização de atividades no AVA com base nos conteúdos abordados em sala de aula, onde os estudantes puderam debater mais espontaneamente de forma presencial.

## 6. Conclusões

A partir dos resultados é possível concluir que o diagnóstico do nível de colaboração entre os estudantes e as estratégias de recomendação propostos permitiram promover a colaboração em AVAs, além de motivar a interação entre estudantes em fóruns de discussão. Pode-se ainda fazer estas indicações para novos experimentos:

- As recomendações seriam aprimoradas com uma mensagem inicial que engajasse os estudantes na interação acerca do tópico a ser abordado e outra que posteriormente esclarecesse o que se espera dos participantes em relação à colaboração;
- Um *chatbot* poderia realizar as recomendações propostas de forma individualizada sempre que o participante acessasse o fórum que estivesse sendo monitorado;
- A tecnologia educacional proposta seria melhor implementada em um contexto pedagógico orientado para a construção do conhecimento, mais propício ao debate em ambiente acadêmico, diferente do adotado tradicionalmente. Nesse sentido, seria importante organizar uma formação de professores a fim de propiciar o entendimento, planejamento e adoção da colaboração em AVAs.

## Referências

- Abraham, J., Kannampallil, T., Brenner, C., Lopez, K., Almoosa, K., Patel, B., and Patel, V. (2016). Characterizing the structure and content of nurse handoffs: A Sequential Conversational Analysis approach. *Journal of Biomedical Informatics*, 59:76–88.
- Aggarwal, C. (2016). An Introduction to Recommender Systems. In Aggarwal, C., editor, *Recommender Systems: The Textbook*, pages 1–28. Springer International Publishing, Cham.
- Allaymoun, M. H. and Trausan-Matu, S. (2015). Rhetorical structure analysis for assessing collaborative processes in CSCL. In *2015 19th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, pages 123–127.
- Cavalcanti, A. P., Mello, R. F. L. d., Miranda, P. B. C. d., and Freitas, F. L. G. d. (2020). Análise Automática de Feedback em Ambientes de Aprendizagem Online. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 892–901. Conference Name: Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação Publisher: SBC.
- Dascalu, M., McNamara, D. S., Trausan-Matu, S., and Allen, L. K. (2018). Cohesion network analysis of CSCL participation. *Behavior Research Methods*, 50(2):604–619.
- Farrow, E., Moore, J., and Gašević, D. (2019). Analysing discussion forum data: a replication study avoiding data contamination. In *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge, LAK19*, pages 170–179, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Gašević, D., Joksimović, S., Eagan, B. R., and Shaffer, D. W. (2019). SENS: Network analytics to combine social and cognitive perspectives of collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 92:562 – 577.
- Koschmann, T. (2013). Conversation Analysis and Collaborative Learning. In Hmelo-Silver, C., Chinn, C., Chan, C., and O'Donnell, A., editors, *The International Handbook of Collaborative Learning*, pages 149–167. Routledge Handbooks, New York. 10.4324/9780203837290.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22 140:55–55.
- Liu, Q., Huang, J., Wu, L., Zhu, K., and Ba, S. (2019). CBET: design and evaluation of a domain-specific chatbot for mobile learning. *Universal Access in the Information Society*.
- Lu, J., Chiu, M. M., and Law, N. W. (2011). Collaborative argumentation and justifications: A statistical discourse analysis of online discussions. *Computers in Human Behavior*, 27(2):946–955. Publisher: Pergamon.
- Lyndall, C.-S. and Elspeth, M. (2015). Measuring engagement in online collaborative learning activities: A comparative analysis of the Conversational Framework and the Social Network Analysis tool. In *2015 IEEE 3rd International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)*, pages 100–103.
- Michaels, S. (2016). Accountable Talk® Sourcebook: For Classroom Conversation that Works. page 46.

- Michaels, S. and O'Connor, C. (2015). Conceptualizing Talk Moves as Tools: Professional Development Approaches for Academically Productive Discussions. In Resnick, L. B., Asterhan, C. S. C., and Clarke, S. N., editors, *Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue*, pages 347–361. American Educational Research Association.
- Moraes Neto, A. J., Fernandes, M. A., and Amiel, T. (2020). Chatbot e Análise Conversacional para Recomendação da Aprendizagem Colaborativa na EaD. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1142–1151. Conference Name: Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação Publisher: SBC.
- Moraes Neto, A. J., Fernandes, M. A., and Amiel, T. (2022). Conversational Analysis to Recommend Collaborative Learning in Distance Education. pages 196–203.
- Oliveira, I., Tinoca, L., and Pereira, A. (2011). Online group work patterns: How to promote a successful collaboration. *Computers & Education*, 57(1):1348–1357. Publisher: Pergamon.
- Pennebaker, J. W., Boyd, R. L., Jordan, K., and Blackburn, K. (2015). The Development and Psychometric Properties of LIWC2015. Accepted: 2015-09-16T13:00:41Z.
- Pereira, G. d. M. (2018). Características inerentes a medidas de centralidade e uso de algoritmos de aprendizado de máquina para classificação de bridging nodes. Accepted: 2018-04-18T19:53:18Z Publisher: Universidade Federal de Uberlândia.
- Procter, M., Lin, F., and Heller, B. (2018). Intelligent intervention by conversational agent through chatlog analysis. *Smart Learning Environments*, 5(1):30.
- Saqr, M., Nouri, J., and Jormanainen, I. (2019). A Learning Analytics Study of the Effect of Group Size on Social Dynamics and Performance in Online Collaborative Learning. In Scheffel, M., Broisin, J., Pammer-Schindler, V., Ioannou, A., and Schneider, J., editors, *Transforming Learning with Meaningful Technologies*, Lecture Notes in Computer Science, pages 466–479, Cham. Springer International Publishing.
- Schulte, L. (2021). *Investigating topic modeling techniques for historical feature location*. PhD thesis.
- Shannon, P., Markiel, A., Ozier, O., Baliga, N. S., Wang, J. T., Ramage, D., Amin, N., Schwikowski, B., and Ideker, T. (2003). Cytoscape: A Software Environment for Integrated Models of Biomolecular Interaction Networks. *Genome Research*, 13(11):2498–2504. Company: Cold Spring Harbor Laboratory Press Distributor: Cold Spring Harbor Laboratory Press Institution: Cold Spring Harbor Laboratory Press Label: Cold Spring Harbor Laboratory Press Publisher: Cold Spring Harbor Lab.
- Stahl, G. (2012). A view of Computer-Supported Collaborative Learning research and its Lessons for Future-Generation Collaboration Systems.
- Tawfik, A., Graesser, A., and Love, J. (2020). Supporting Project-Based Learning Through the Virtual Internship Author (VIA). *Technology, Knowledge and Learning*, 25(2):433–442.
- Tegos, S., Demetriadis, S., Psathas, G., and Tsiatsos, T. (2020). A Configurable Agent to Advance Peers' Productive Dialogue in MOOCs. In Følstad, A., Araujo, T., Papadopoulos, S., Law, E. L.-C., Granmo, O.-C., Luger, E., and Brandtzaeg, P. B., editors,

*Chatbot Research and Design*, Lecture Notes in Computer Science, pages 245–259, Cham. Springer International Publishing.

Uthus, D. C. and Aha, D. W. (2013). Multiparticipant chat analysis: A survey. *Artificial Intelligence*, 199-200:106–121.

Vayansky, I. and Kumar, S. A. P. (2020). A review of topic modeling methods. *Information Systems*, 94:101582.