

Uma Análise entre Boas Práticas de Feedback em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Anderson Pinheiro Cavalcanti¹, Vitor Belarmino Rolim¹, Rafael Ferreira Mello²,
Fred Freitas¹

¹Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

²Departamento de Computação – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

{apc, vbr, fred}@cin.ufpe.br, {rafael.mello}@ufrpe.br

Abstract. *Feedback plays a key role in the teaching-learning process. It is through the feedback that teachers send relevant information to enhance the students' understanding of the course topics and activities, in addition to promoting self-regulation. However, the activity of writing and sending feedback is not easy, and could even lead to students' demotivation. In this context, educational literature presents several works that propose good practices for the elaboration of textual feedback. This paper aims to analyze the relationship between different theories of good practices for writing feedback. The results showed that some features are similar, but others are not listed in all the theories analyzed. It was concluded that a combination of these theories could result in higher quality feedback.*

Resumo. *O feedback tem um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem. É através dele que os professores enviam informações relevantes para que os alunos compreendam os assuntos e atividades, além de fomentar a autorregulação. Contudo, a atividade de escrever e enviar o feedback não é fácil, podendo inclusive levar a desmotivação dos alunos. Diante disto, a literatura educacional apresenta vários trabalhos que propõem boas práticas para elaboração de feedback textual. Este trabalho tem como objetivo analisar a relação entre diferentes teorias de boas práticas para escrita de feedback. Os resultados mostram que algumas características são similares, mas outras não estão listadas em todas as teorias analisadas. Conclui-se que uma combinação dessas teorias podem resultar em um feedback com maior qualidade.*

1. Introdução

O feedback é uma parte essencial do processo de ensino e aprendizagem. É nele que os professores ajudam os estudantes a identificar seus pontos fortes e fracos, auxilia sobre os próximos passos que devem ser tomados e incentiva a autoavaliação e interação com os outros alunos [Butler and Winne 1995]. Esse mecanismo possui um papel fundamental para melhorar a performance dos alunos e evitar evasão [Langer 2011, Matcha et al. 2019]. Contudo, apenas o ato de enviar uma mensagem de feedback não é o suficiente para ter uma melhora no desempenho do aluno, pior que isso, enviar um feedback sem muitos critérios pode ser até prejudicial [Hattie and Timperley 2007].

Para garantir o efeito positivo do feedback, várias teorias educacionais vêm sendo propostas ao longo dos anos. Por exemplo, [Sadler 1989] sugere que o feedback precisa

fornecer informações precisas relacionadas à tarefa ou processo de aprendizagem que preenche uma lacuna entre o que é entendido e o que deve ser entendido. Além disso, estudos recentes mostram que um feedback eficiente deve ser reconhecido como parte de um processo, não apenas um produto final [Henderson et al. 2019]. Esse tipo de entendimento pode ajudar os professores a engajar os alunos em um diálogo benéfico para a aprendizagem.

Duas teorias são largamente usadas para o contexto específico de feedback textual. Por um lado, é recomendado que um texto de feedback contenha assuntos relacionados não só as atividades em si, mas também textos motivacionais e que incentivem a autorregulação [Nicol and Macfarlane-Dick 2006]. Por outro lado, também é importante considerar os níveis de conteúdo que o feedback deve tratar [Hattie and Timperley 2007].

Diante deste contexto, esse trabalho propõe uma abordagem computacional para avaliar a relação entre os indicadores de bons feedback propostos por [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] e [Hattie and Timperley 2007]. Mais especificamente, buscamos estudar o quão relacionados são os indicadores de avaliação de feedback propostos e com isso direcionar quais boas práticas podem potencializar o impacto do feedback nos alunos.

2. Embasamento teórico

Feedback é um tópico largamente estudado na literatura, principalmente nas últimas duas décadas [Hattie and Timperley 2007, Nicol and Macfarlane-Dick 2006, Nascimento et al. 2019, Morel 2016, Batista et al. 2018]. Alguns estudos levantam claramente quais pontos podem influenciar negativamente no feedback, de acordo com a

Tabela 1. Níveis de feedback de acordo com [Hattie and Timperley 2007]

Rótulo	Nível	Descrição	Exemplo
FT	Feedback sobre a atividade	Esta categoria fala sobre as atividades de baixo nível. Por exemplo, se o aluno acertou ou errou uma atividade	“Você precisa incluir mais sobre o Tratado de Versalhes.”
FP	Feedback sobre o processo	O feedback pode ser direcionado ao processamento de informações ou processos de aprendizado que exigem a compreensão ou a conclusão da tarefa.	“Você precisa editar esta parte do texto, atendendo aos descritores que você usou, para que o leitor possa entender as nuances do seu significado,”
FR	Feedback para autorregulação	Texto que auxilia o estudante no processo de autorregulação, como por exemplo uma autoavaliação ou melhora de confiança do aluno	“Você já conhece os principais recursos da abertura de um argumento. Verifique se você os incorporou em seu primeiro parágrafo.”
FS	Feedback sobre a pessoa	Feedback mais pessoal para o aluno, em geral não relacionado a atividade.	“Parabéns, você se esforçou bastante nessa atividade!”; “Você é um ótimo aluno!”; “Essa é uma resposta inteligente e muito bem elaborada!”.

opinião de alunos [Burke 2009], textos muito curtos, com mensagens negativas e com uma complexidade alta são exemplos de características de um feedback ruim.

Por outro lado, existem vários modelos que sugerem indicadores para melhorar a qualidade do feedback. [Hattie and Timperley 2007] propôs um modelo de feedback que identifica as circunstâncias onde o feedback tem maior impacto. Os autores definem o objetivo do feedback como reduzir discrepâncias entre o desempenho atual e o desejado. Os autores analisaram várias condições que poderiam maximizar os efeitos positivos do feedback sobre a aprendizagem, incluindo o aumento da conscientização do aluno sobre uma meta geral de aprendizagem, o progresso em direção à meta e os objetivos subsequentes necessários para alcançar o objetivo principal. O modelo proposto especifica três tipos de perguntas sobre as quais o feedback é projetado para resposta (Para onde vou?

Tabela 2. Boas Práticas de Feedback [Nicol and Macfarlane-Dick 2006]

Rótulo	Descrição	Exemplo
GP1	Ajuda a esclarecer o que é um bom desempenho (metas, critérios, padrões esperados)	“Bom trabalho, mas você deveria ter explorado os princípios de Alvarez e Soler e os relacionados às observações feitas.”
GP2	Facilita o desenvolvimento da autoavaliação (reflexão) na aprendizagem;	“Você fez um bom trabalho. No entanto, você pode melhorar a descrição do assunto A. Que tal comparar sua resposta com a de outros colegas para aprender como melhorar?”
GP3	Fornecer informações de alta qualidade aos alunos sobre seu aprendizado;	“Em seu texto, não houve aprofundamento dos temas de política de cotas, inclusão social, alteridade etc. E também senti falta da abordagem específica do PCN, temas solicitados também na atividade. Pense um pouco no seu texto. OK?”
GP4	Incentiva o diálogo entre professores e colegas sobre o aprendizado;	“Seu trabalho não seguiu o que estava na descrição. Você está com dificuldades na disciplina? Você pode me procurar para perguntas.”
GP5	Incentiva crenças motivacionais positivas e autoestima;	“Parabéns pela atividade! O trabalho está impecável! Quando o aluno se compromete com os estudos, com as atividades propostas, o resultado positivo sempre aparece!”
GP6	Oferece oportunidades para fechar a lacuna entre o desempenho atual e o desejado;	“Bom texto e boa leitura das imagens, faltou um pouco mais de cuidado com as questões de metodologia científica, espaçamento de margem, padrão de fonte e organização do trabalho. Da próxima vez, basta consultar a questão da disciplina de metodologia.”
GP7	Fornecer informações aos professores que podem ser usadas para ajudar a moldar o ensino.	“Aluno X, você não respondeu a todas as perguntas. Você achou essas perguntas muito difíceis?”

Como vou? Onde ir a seguir?) E cada pergunta sobre feedback opera em quatro níveis: feedback sobre a tarefa (FT), feedback sobre o processamento da tarefa (FP), feedback sobre autorregulação (FR) e feedback sobre o eu como pessoa (FS) (Tabela 1). Segundo os autores, esses níveis são especialmente úteis para escrita de feedbacks textuais. Durante o artigo [Hattie and Timperley 2007] são apresentados vários exemplos de como abordar cada um desses níveis.

Na mesma direção, [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] propõem que uma boa prática de feedback é definida como uma interação que aumenta a capacidade do estudante de se autorregular e melhorar a performance. Mais especificamente, os autores propõem sete princípios para um bom feedback (Tabela 2).

Trabalhos recentes propõem a utilização de classificadores para extrair automaticamente tanto as sete boas práticas propostas por [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] quanto os quatro níveis do artigo de [Hattie and Timperley 2007]. O classificador Random Forrest é aplicado neste contexto para não só classificar automaticamente texto de feedbacks de acordo com essas categorias, como para mostrar quais características textuais melhor representam cada uma delas [Cavalcanti et al. 2019, Cavalcanti et al. 2020]. Contudo, os trabalhos citados não analisam a relação entre as duas teorias citadas.

Na literatura existem trabalhos que analisam a relação entre dados usando uma técnica chamada Análise de Rede Epistêmica (ENA - do inglês *Epistemic Network Analysis*) [Shaffer et al. 2016]. Essa técnica fornece ferramentas para analisar qualitativamente os dados, e tem sido utilizado no campo educacional; por exemplo [Rolim et al. 2019, Mello and Gašević 2019] apresenta uma abordagem que usa a ENA para entender as relações entre as presenças cognitiva e social, além de descobrir o desenvolvimento dos alunos ao longo do tempo.

No trabalho de [Ferreira et al. 2018], as relações entre os tópicos do curso e as categorias de presença cognitiva são analisadas usando a ENA. [Gašević et al. 2019] propõem uma abordagem chamada SENS (assinatura de rede social epistêmica) que trabalha combinando análise de rede social (SNA) com análise de rede epistêmica (ENA) para modelar as diferentes dimensões da aprendizagem colaborativa, usando laços sociais e análise de conteúdo das mensagens dos alunos.

Dessa forma, esse trabalho difere dos trabalhos acima mencionados por utilizar a rede ENA para analisar a relação existente entre as teorias que fornecem boas práticas de feedback.

3. Pergunta de pesquisa

Como foi apresentado na seção anterior, existem trabalhos que propõem análises computacionais para identificar indícios de boas práticas de feedback, mas eles apenas avaliam os textos a partir de uma teoria específica. Dessa forma, nossa pergunta de pesquisa para esse trabalho é:

PERGUNTA DE PESQUISA: *Qual a relação entre as boas práticas de feedback propostas por [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] e [Hattie and Timperley 2007]?*

Para responder essa pergunta foi principalmente utilizado o método computacional de análise de redes epistêmicas [Shaffer et al. 2016]. Este método propõe análises

estatísticas e visuais para relacionar diferentes categorias no contexto educacional e tem sido largamente utilizado na literatura educacional [Ferreira-Mello et al. 2019].

4. Método

4.1. Banco de dados

O banco de dados utilizado neste trabalho possui 1000 textos de feedback fornecidos por professores de 2 disciplinas diferentes: biologia (41 exemplos de feedback) e literatura (961 exemplos de feedback). Os textos foram retirados da ferramenta de submissão de atividades do Moodle de um curso a distância em uma universidade pública brasileira. Assim, os textos obtidos são textos de feedback que o professor forneceu após o aluno enviar uma atividade no Moodle. O conjunto de dados possui duas classes: **0** se o feedback não pertence a boa prática/nível; e **1** se o feedback pertence a boa prática/nível. Cada texto pode pertencer a mais de uma boa prática/nível. As Tabelas 3 e 4 mostram a divisão do conjunto de dados para as 7 boas práticas e para os 4 níveis, respectivamente.

Tabela 3. Divisão dos dados das 7 boas práticas.

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7
class 0	875	971	692	987	766	397	1000
class 1	125	29	308	13	234	603	0
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Tabela 4. Divisão dos dados dos 4 níveis

	Nível			
	FT	FP	FR	FS
class 0	112	499	992	849
class 1	888	501	8	151
Total	1000	1000	1000	1000

A Tabela 5 mostra alguns exemplos de feedback presentes no banco de dados e as categorias pertencentes ao texto. Cada exemplo de feedback possui 11 rótulos diferentes (7 boas práticas e 4 níveis) e com isso podemos analisar a relação entre as boas práticas e os níveis utilizando a rede ENA que será apresentada na seção seguinte.

4.2. ENA

Com o objetivo de analisar a relação entre os níveis de feedback e as boas práticas de feedback, usamos a Análise de Rede Epistêmica (ENA) [Shaffer et al. 2016]. ENA é uma técnica de análise baseada em gráficos para modelar padrões de associação por uma rede de relações dinâmicas de diferentes conceitos. Em contextos educacionais, a ENA é normalmente usada para investigar as associações entre códigos de um esquema de codificação (por exemplo, fases de presença cognitiva ou indicadores de presença social) em que o esquema de codificação é aplicado para analisar transcrições de fóruns educacionais [Ferreira et al. 2018, Rolim et al. 2019].

Tabela 5. Exemplos de feedback presentes no banco de dados.

#	Texto	Categorias
1	Atividade muito bem elaborada. Parabéns. Faltou apenas o cabeçalho.	GP5, GP6, FT, FP, FS
2	Texto super coerente com a proposta do título, linguagem direta e concisa.	GP1, GP5, FT, FS
3	Prezada, Parabéns! O trabalho atende os pontos pertinentes na sistemática proposta. Logo, observa-se que faltou uma última leitura ao finalizar o texto, por não ter sido feito a correção de algumas palavras que faltaram os acentos. Nesse sentido, aconselho que ao finalizar um trabalho releia para evitar essa ocorrência. Um abraço.	GP1, GP3, GP6, FT, FP
4	Bom trabalho. A utilização de jogos transposta os conceitos do conteúdo para o concreto da aprendizagem... Como ficaria então a questão da avaliação? Bons estudos!	GP1, GP2, GP3, GP5, FT, FR

Ao contrário de outras técnicas de análise de redes, a ENA foi projetada principalmente para problemas com um conjunto relativamente pequeno de conceitos, caracterizado por interações densas e altamente dinâmicas. Também pode ser usado para comparar as diferenças entre os diferentes grupos das unidades de análise. Na ENA, as conexões entre códigos são derivadas para cada unidade de análise (por exemplo, categorias de feedback) com base nas coocorrências de código em trechos de dados (por exemplo, sentença, parágrafo e documento). Neste trabalho, as unidades de análise são as mensagens de feedback, e os códigos são os níveis e boas práticas apresentados na seção 4.1.

A partir das coocorrências de código, a ENA primeiro cria uma representação de alta dimensão, chamada espaço analítico, de todas as unidades de análise. As unidades de análise são então projetadas em um espaço multidimensional, chamado espaço de projeção, que é derivado do espaço analítico através da decomposição em valor singular. No final, a saída do ENA é uma série de modelos de gráficos que capturam as relações entre os diferentes códigos [Shaffer et al. 2016]. Nesta rede, existem três elementos a serem observados: o tamanho dos nós representa sua frequência; a proximidade do nó representa a semelhança entre eles; a força do relacionamento do código representa a frequência de sua coocorrência.

5. Resultados

A Figura 1 apresenta o gráfico com o relacionamento entre as boas práticas de feedback (Tabela 3) e os níveis de feedback (Tabela 4). Da mesma forma, a Tabela 6 mostra os pesos da rede ENA para a relação entre as boas práticas de feedback e os níveis de feedback.

Inicialmente, observando apenas as boas práticas, notamos que a maioria delas possui um certo grau de similaridade, pois estão próximos no eixo X do lado direito do gráfico, exceto pela GP6. A conexão mais forte entre eles é do GP3 ao GP6 (com peso de 0,66 de acordo com a Tabela 6); essa conexão indica que o instrutor deve fornecer informações de alta qualidade sobre o aprendizado do aluno para diminuir a diferença entre o desempenho atual e o desempenho desejado. Outros relacionamentos interessantes são o GP3 para o GP5 (0,29) e o GP5 para o GP6 (0,27); o primeiro sugere uma associação entre a mensagem motivacional do instrutor com a qualidade das informações

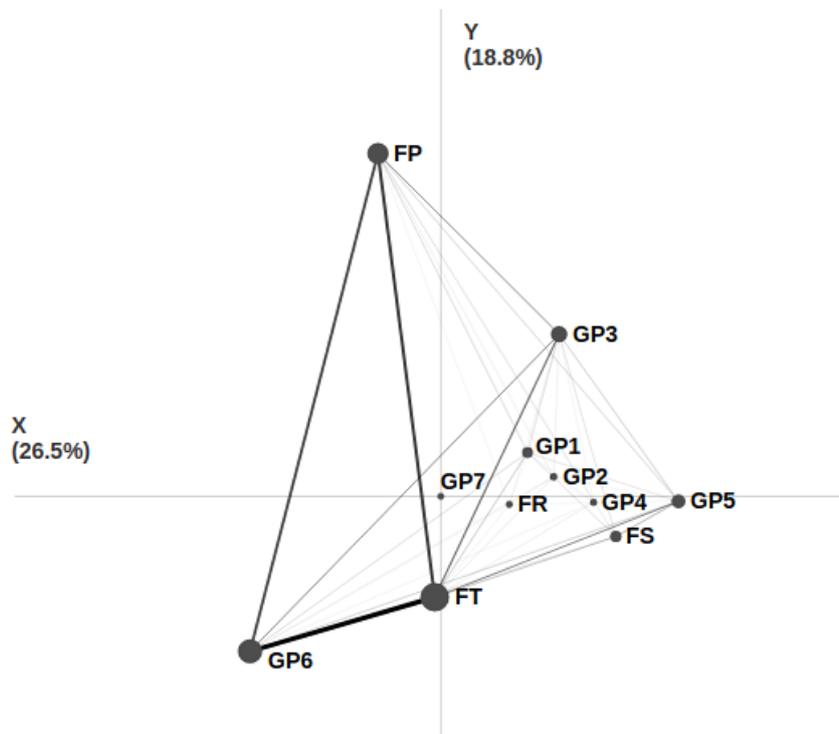


Figura 1. Rede ENA da relação entre os níveis de feedback e as boas práticas de feedback.

fornechas por ele sobre o processo de aprendizagem, e o segundo mostra a coocorrência das mensagens motivacionais com o fornecimento de mensagens que permitem o aluno fechar a lacuna entre o desempenho atual e o desejado. Outro fato importante a ser mencionado é a ausência de conexões com o GP7, pois se trata do fornecimento de feedback do estudante para ajudar o professor na adaptação do ensino. Como a base de dados possui apenas feedbacks do professor para aluno, não houve exemplos classificados para essa boa prática.

Tabela 6. Pesos da rede ENA que mostram a relação entre níveis de feedback e boas práticas de feedback.

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	FP	FT	FS	FR
GP1	-	0,02	0,18	0,02	0,13	0,21	0	0,2	0,31	0,11	0
GP2	-	-	0,04	0,01	0,01	0,04	0	0,05	0,08	0	0,02
GP3	-	-	-	0,04	0,29	0,66	0	0,63	0,87	0,14	0,01
GP4	-	-	-	-	0	0,02	0	0,02	0,04	0	0
GP5	-	-	-	-	-	0,27	0	0,24	0,7	0,46	0
GP6	-	-	-	-	-	-	0	1,44	2,45	0,11	0,01
GP7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
FP	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	0,09	0,01
FT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39	0
FS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02
FR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Observando os níveis de feedback na Figura 1, há uma semelhança entre FT, FR e FS, pois estão próximos abaixo do eixo X no lado direito do gráfico. As conexões mais fortes entre os níveis de feedback são: FT para FP (1,63) e FT para FS (0,39). O alto

valor para a conexão do FT ao FP era esperado, pois ambos estão relacionados às tarefas propostas pelos instrutores. O FT fornece informações sobre a tarefa e o FP fornece informações sobre o processo de aprendizado (ver Tabela 1). O segundo relacionamento é interessante, pois o FS tem o objetivo de fornecer elogios aos estudantes e geralmente não está relacionado ao desempenho da tarefa.

Analisando as relações entre todos os conceitos (Figura 1), podemos identificar algumas observações interessantes. A boa prática GP3 que tem como objetivo fornecer informações de alta qualidade aos estudantes tem uma forte relação com os níveis FT (0,87) e FP (0,63). Como os níveis FT e FP fornecem feedback sobre as tarefas ou seu processamento, isso significa que nesses níveis é fornecida uma informação de alta qualidade que ajuda o aluno a identificar não apenas onde ele errou ou acertou, mas sim porque ele errou/acertou e quais são os próximos passos do aprendizado. Da mesma forma, a boa prática GP6, que tem como objetivo fornecer oportunidades para fechar a lacuna entre o desempenho atual e o desejado, tem uma forte relação com os níveis FT (2,45) e FP (1,44). Isso significa que nesses níveis também são fornecidos feedbacks que ajudam o aluno a identificar onde ele errou e permitem que o mesmo reenvie a atividade corrigindo o erro ou ainda que ele não cometa o mesmo erro em atividades futuras.

Também foi possível perceber um forte relação da boa prática GP5 com os níveis FT (0,7) e FS (0,46). O objetivo da boa prática GP5 é incentivar crenças motivacionais positivas e autoestima. Isso explica a relação com o nível FS, pois nesse nível o feedback deve fornecer elogios pessoais para que o aluno continue motivado no seu aprendizado. Da mesma forma, como o nível FT fornece feedback sobre a tarefa, esse feedback pode fornecer também um elogio, por exemplo: “Parabéns aluno X, você fez um excelente resumo!”.

Finalmente, mesmo que esses conceitos estejam próximos no gráfico, esperava-se um valor maior de conexão entre os conceitos FR e GP2 (relação de 0,02), uma vez que esses dois conceitos estão relacionados à autorregulação. Um dos motivos para essa baixa relação pode ser a quantidade de exemplos classificados para cada conceito, sendo 29 para GP2 e apenas 8 para FR (Tabelas 3 e 4).

6. Discussão

Como já foi citado [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] sugeriu incorporar mais do que apenas instruções simples nas mensagens de feedback. De acordo com [Nicol and Macfarlane-Dick 2006], boas práticas de feedback são amplamente definidas como qualquer coisa que possa fortalecer a capacidade dos alunos de autorregular seu desempenho. Por outro lado, [Hattie and Timperley 2007] investiga várias condições que podem maximizar os efeitos positivos do feedback sobre a aprendizagem dos alunos, incluindo o aumento da conscientização dos alunos sobre a meta geral de aprendizagem, o progresso em direção à meta e as metas subsequentes necessárias para atingir a meta geral.

Apesar de ambas as teorias terem a intenção de propor formas de melhorar a qualidade do feedback, elas não possuíam uma relação direta entre elas. Os resultados apresentados nesse artigo relatam que existe uma forte conexão em relação a “oportunidade para fechar a lacuna do desempenho atual”, sugerido por [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] com os níveis de atividade e processo definidos por [Hattie and Timperley 2007]. Essa

conexão mostra que o principal objetivo dos professores em relação ao feedback é apresentar o que o aluno errou em diferentes níveis. Contudo, a literatura mostra que é interessante também passar outras informações que incentive a autorregulação.

Outro resultado relevante é a proximidade do feedback no nível de pessoa com as boas práticas 4 e 5, “incentivo ao diálogo” e “crenças positivas”. Isso mostra, que ambas as teorias de feedback estão alinhadas sobre a necessidade de mensagens não só sobre o conteúdo. Por fim, as boas práticas 1, 2 e 7, foram as que tiveram menos relação com as outras categorias.

7. Limitações e trabalhos futuros

A principal limitação deste trabalho é relacionado ao banco de dados. As mensagens de feedback foram coletadas de dois cursos (biologia e literatura). Por isso, o estudo pode não ser completamente generalizado para outros domínios, como disciplinas de exatas por exemplo. Além disto, outro fator relevante é a natureza desbalanceada dos dados, mostrado principalmente em algumas classes tinham poucas instâncias. Por exemplo, a classe FR possui apenas oito instâncias. Contudo, como não estamos avaliando a classificação de texto, e sim os relacionamentos, esses problemas não foram determinantes para a análise.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar a análise de feedbacks de outros cursos, de preferência na área de exatas que ainda não foi avaliado, e avaliar feedbacks enviados em outros contextos educacionais como fóruns online e chats. É importante destacar que esse projeto é uma etapa na construção de uma ferramenta para ajudar professores na elaboração de feedback em ambientes educacionais.

Referências

- [Batista et al. 2018] Batista, R. L., Salgado, N., and Barreto, R. (2018). Avaliação e feedback automático em educação apoiada por tecnologia: Um mapeamento sistemático da literatura. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 178.
- [Burke 2009] Burke, D. (2009). Strategies for using feedback students bring to higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(1):41–50.
- [Butler and Winne 1995] Butler, D. L. and Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of educational research*, 65(3):245–281.
- [Cavalcanti et al. 2020] Cavalcanti, A. P., Diego, A., Mello, R. F., Mangaroska, K., Nascimento, A., Freitas, F., and Gašević, D. (2020). How good is my feedback? a content analysis of written feedback. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, pages 428–437.
- [Cavalcanti et al. 2019] Cavalcanti, A. P., Mello, R. F., Rolim, V., André, M., Freitas, F., and Gašević, D. (2019). An analysis of the use of good feedback practices in online learning courses. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, volume 2161, pages 153–157. IEEE.
- [Ferreira et al. 2018] Ferreira, R., Kovanović, V., Gašević, D., and Rolim, V. (2018). Towards combined network and text analytics of student discourse in online discussions. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pages 111–126. Springer.

- [Ferreira-Mello et al. 2019] Ferreira-Mello, R., André, M., Pinheiro, A., Costa, E., and Romero, C. (2019). Text mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(6):e1332.
- [Gašević et al. 2019] 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.
- [Hattie and Timperley 2007] Hattie, J. and Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1):81–112.
- [Henderson et al. 2019] Henderson, M., Ajjawi, R., Boud, D., and Molloy, E., editors (2019). *The Impact of Feedback in Higher Education: Improving Assessment Outcomes for Learners*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland. Google-Books-ID: WyxQxgEACAAJ.
- [Langer 2011] Langer, P. (2011). The use of feedback in education: a complex instructional strategy. *Psychological reports*, 109(3):775–784.
- [Matcha et al. 2019] Matcha, W., Gašević, D., Uzir, N. A., Jovanović, J., and Pardo, A. (2019). Analytics of learning strategies: Associations with academic performance and feedback. In *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, pages 461–470. ACM.
- [Mello and Gašević 2019] Mello, R. F. and Gašević, D. (2019). What is the effect of a dominant code in an epistemic network analysis? In *International Conference on Quantitative Ethnography*, pages 66–76. Springer.
- [Morel 2016] Morel, G. M. (2016). Evaluating student and instructor use of video feedback in an online learning environment. In *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 549–551. IEEE.
- [Nascimento et al. 2019] Nascimento, M., Araújo, E., Serey, D., and de Figueiredo, J. C. A. (2019). Giving automated feedback about student code identifiers: a method based on the description of programming problem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 537.
- [Nicol and Macfarlane-Dick 2006] Nicol, D. J. and Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2):199–218.
- [Rolim et al. 2019] Rolim, V., Ferreira, R., Lins, R. D., and Gašević, D. (2019). A network-based analytic approach to uncovering the relationship between social and cognitive presences in communities of inquiry. *The Internet and Higher Education*, 42:53–65.
- [Sadler 1989] Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, 18(2):119–144.
- [Shaffer et al. 2016] Shaffer, D. W., Collier, W., and Ruis, A. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3):9–45.