

Uso de Comunidades de Perguntas e Respostas para Explorar Conceitos na Aprendizagem de Computação

Paulo J. A. Gimenez, Sean W. M. Siqueira

¹Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Av. Pasteur, 456, Urca – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

paulo.gimenez@edu.unirio.br, sean@uniriotech.br

Abstract. *Online question and answer communities (CQA) play a role as a source of knowledge, providing reliable information due to the crowdsourced nature and trails of information in question format. In this work, we investigate the use of CQA Stack Overflow on the C language in the informal learning of concepts in Computing. We follow a qualitative research approach using the Constructivist Data Grounded Theory. We conducted observational sessions using the Think Aloud Protocol method and interviews using the Intensive Interviewing technique. We encoded the collected data with the constant comparison method. The voluntary participants were graduate students in Computing with practical experience in systems development. As findings of this study, detailed questions and well-crafted answers contribute to the learning of computing concepts. However, there is a majority perception of the inadequacy of the CQA trails for the learning of beginners in the subject, although they serve as complementary technical material.*

Resumo. *Comunidades de perguntas e respostas (CQA) online cumprem um papel de fonte de conhecimentos e provimento de informações confiáveis, devido à natureza crowdsourced e de trilhas de informação em formato de pergunta. Nesse trabalho, investigamos o uso da CQA Stack Overflow sobre a linguagem C na aprendizagem informal de conceitos em Computação. Empregamos a abordagem de pesquisa qualitativa com uso da Teoria Fundamentada em Dados Construtivista. Realizamos sessões observacionais com apoio do método Think Aloud Protocol e entrevistas com a técnica Intensive Interviewing. Codificamos os dados coletados com o método de comparação constante. O grupo de participantes voluntários foram estudantes de pós-graduação de Computação, com experiência prática de desenvolvimento de sistemas. Como achados deste estudo, as perguntas detalhadas e respostas bem elaboradas contribuem para a aprendizagem de conceitos de Computação. Entretanto, há uma percepção majoritária de inadequação das trilhas em CQA para aprendizagem de indivíduos iniciantes no assunto, apesar de servirem como material técnico complementar.*

1. Introdução

Nas últimas duas décadas, a literatura vem mostrando que entre 70% e 90% do aprendizado ocorre informalmente, de maneira contínua acessando conteúdos online [Cerasoli et al. 2018]. Nesse cenário, as comunidades online de perguntas e respostas

(CQA) surgiram como uma alternativa na obtenção de conhecimentos a partir de respostas diretas e objetivas às necessidades de informação na Web [Gimenez and Siqueira 2021]. Podemos perceber esse fluxo de aprendizagem para adquirir conhecimentos que reforcem as habilidades profissionais, conforme constatado pelo levantamento de *Stack Overflow*^{1, 2} [Overflow 2020] de 2020 com 65 mil profissionais de computação ao verificar que 75% deles aprendem uma nova tecnologia em menos de um ano, assim como quase 90% a visitam regularmente para encontrar soluções tecnológicas.

Na perspectiva de aprendizagem colaborativa, as CQA são reconhecidas como um caso especial de aprendizado informal por pares, pois os usuários não têm a participação de um instrutor ou professor, e desta forma agem como alunos adquirindo novos conhecimentos uns dos outros. Tais conhecimentos podem ser adquiridos através da leitura, observação e da interação direta (perguntando e respondendo) na postagem e das discussões associadas à trilha [Srba and Bielikova 2016]. A observação leva à construção mental de novos conhecimentos que serão aplicados, conforme a informação está exposta e influencia ao leitor, irrigando o fluxo dos processos cognitivos e mentais: atenção, retenção, reprodução e motivação [Bandura and Walters 1977]. Já a interação leva ao aprendizado, uma vez que o processo de construção do conhecimento é colaborativo por natureza e disparado através do diálogo (p.ex. comentários e respostas) e discussão entre os pares nas trilhas de discussão [Pena-Shaff and Nicholls 2004].

Na área de informática na educação, alguns estudos tentam identificar características da CQA que possam ajudar estudantes a encontrarem informações de melhor qualidade e deixá-las em destaque no ambiente [Procaci et al. 2021]. Assim, as CQA contribuem como repositórios de conteúdo criados e utilizados como bibliotecas digitais online que satisfaçam necessidades específicas relacionadas à educação [Le et al. 2019]. Por exemplo, serviços de CQA especializadas como *Brainly* e *Stack Overflow* visam ajudar respectivamente, os alunos e os profissionais de computação a melhorar seu processo de aprendizado por meio de trocas de perguntas e respostas [Le et al. 2019]. Por causa disso, a *Stack Overflow* se estabeleceu como fonte na busca rotineira na Web para as necessidades de aprendizagem em computação de conhecimentos mais práticos.

Neste estudo empírico, avaliamos o uso de trilhas de CQA para explorar conceitos tecnológicos na Aprendizagem de Computação. Optamos por conhecimentos técnicos mais conceituais em virtude da perspectiva usual de uso de CQA especializada, como *Stack Overflow*, para fins técnicos mais práticos. Assim, tratamos da análise do comportamento e percepção do usuário no processo analítico de trilhas de CQA como fonte de informações relevantes e base de conhecimentos especializados [Gimenez and Siqueira 2021] para o entendimento de conceitos fundamentais da linguagem C. Escolhemos esse assunto por ser de conhecimento comum do grupo de participantes e ter destaque em estudos na área de computação. Propusemos sessões de análise de trilhas CQA para uso na aprendizagem de conhecimentos técnicos e teóricos associados, com entrevistas de percepção sobre uso de CQA pelos participantes.

O procedimento adotado para execução envolveu etapas de (i) preparação do estudo com arranjo da aplicação, ambiente e seleção dos participantes, de (ii) sessões observacionais e coleta de dados com método *Thinking Aloud Protocol* (TAP)

¹<https://stackoverflow.com/> = (em milhões): 356 visitas únicas mensais, 17 usuários, 130 de postagens

²<https://mysite.info/analysis/stackoverflow.com/>

[Ericsson and Simon 1980] e execução das entrevistas com a técnica *Intensive Interviewing* (II), e de (iii) análise com codificação com o uso do método de comparação constante. A abordagem metodológica empregada seguiu a abordagem da Teoria Fundamentada em Dados Construtivista [Charmax 2014] por se tratar de pesquisa qualitativa sob o paradigma interpretativa/construtivista.

Como contribuição principal deste trabalho, apresentamos uma análise qualitativa da percepção de aprendizagem de usuários utilizando trilhas CQA em relação a conhecimentos técnicos conceituais. Como achados deste estudo, destacamos as perguntas mais detalhadas e respostas bem elaboradas contribuem para a aprendizagem. Além disso, há uma percepção majoritária de inadequação das trilhas em CQA para aprendizagem de indivíduos iniciantes no assunto, que necessitam de algum material complementar ou de *links* que provisionem os conhecimentos em níveis de compreensão adequados. Todavia, tal tipo de CQA cumpre relevante papel como material complementar, dada à natureza da aprendizagem por pares existente nelas.

Este trabalho está organizado com esta Seção 1 introduzindo e contextualizando o estudo. Na Seção 2 abordaremos os trabalhos relacionados. Na Seção 3 apresentaremos as abordagens metodológica e procedimental utilizadas. Nas seções seguintes exploraremos a codificação e análise dos relatos dos participantes, como a contextualização das experiências na Seção 4, a análise das trilhas para uso na aprendizagem na Seção 5, e a percepção de aprendizagem na Seção 6. Finalmente, na Seção 7 discutiremos os principais achados, seguida da Seção 8 onde apresentaremos as observações finais.

2. Trabalhos Relacionados

Para a aprendizagem informal do aluno, observamos o surgimento de estudos que avaliam as trilhas de perguntas e respostas na CQA como recursos que poderiam ser utilizados como material de apoio à aprendizagem [Kumar and Chauhan 2020]. Os autores propuseram uma solução tecnológica através de processo de enriquecimento de texto baseado em tópicos para conteúdo dos livros didáticos. Isto porque os alunos usaram as trilhas de CQA para obter mais conhecimento. Por isso, na área de informática na educação, alguns estudos tentaram identificar quais discussões [Procaci et al. 2019] tem uma profundidade de acordo com um limite mínimo [Procaci et al. 2017], o assunto associado e as conexões com outros assuntos para uma pré-classificação em categorias [Procaci et al. 2016],

Para a aprendizagem mais técnica, existem na área de computação muitos trabalhos investigando o uso de CQA como recursos de aprendizagem online, seja com foco na aquisição de novos conhecimentos e na solução de problemas [Zhang et al. 2019a], seja pela utilização das informações compartilhadas e os códigos-fontes existentes [Wu et al. 2019]. Mas à medida que os usuários tornam-se mais experientes, eles tendem a diminuir o uso da CQA [Kamienski and Bezemer 2021], principalmente devido aos problemas de qualidade do conteúdo, tais como códigos-fonte que exijam muita adaptação para reutilização ou pela incompreensibilidade [Wu et al. 2019]. Por isso, surgiram linhas de estudos focados na análise da qualidade do conhecimento (*crowdsourcing*) compartilhado [Zhang et al. 2019a] e no destaque das contribuições de conhecimento científico profissional a partir de elementos linguísticos na postagem [Zhang et al. 2019b].

Nas abordagens empíricas dos estudos da literatura recente que analisam a CQA na perspectiva de compartilhamento de conhecimento e aprendizagem, preponderam

o uso da análise de dados coletados das plataformas [Kamienski and Bezemer 2021, Wu et al. 2019, Jin et al. 2015, Deng et al. 2019] e pesquisa de respostas dos participantes a partir da aplicação de questionários [Kamienski and Bezemer 2021, Srba et al. 2019, Wu et al. 2019, Nadi and Treude 2020, Lou et al. 2013]. Outros estudos avaliaram os efeitos da CQA para aprendizagem, com separação de grupo de participantes por CQA para responder as mesmas perguntas, seguida de pós-testes e mediada por um instrutor [Liu et al. 2013]. A metodologia de pesquisa-ação também foi utilizada para avaliação de somente perguntas e respostas associadas a vídeos de aula (p.ex. física), estruturados em ciclos com testes de observação e resultados de aprendizagem [Putra et al. 2021]. Finalmente, em relação à abordagem metodológica, similar aos empregados no nosso estudo, destaca-se o artigo de [Liu et al. 2020], mas tratando somente do processo de construção de conhecimento, com análise qualitativa de dados coletados de 25 participantes de diversos domínios, a partir da gravação de sessões de pensamento em voz alta e entrevistas semiestruturadas.

Este trabalho difere dos demais tanto pela inovação da abordagem metodológica qualitativa para o tema, quanto ao iniciar um debate sobre exploração de conceitos através do uso trilha de CQA para aprendizado em computação. Isto, ao estendermos a ênfase comum dada às CQA como bases de conhecimentos técnicos compartilhados, onde estudos se concentravam na análise dos conteúdos, dentro da perspectiva de gestão do conhecimento, sem se aprofundar na perspectiva de aprendizagem. Assim, buscamos aprofundar a percepção do usuário em relação à sua própria aprendizagem ao longo da própria experiência proposta, bem como a aderência da trilha CQA para esse propósito, considerando a aprendizagem autorregulada do usuário-aprendiz.

3. Metodologia

O presente estudo é uma pesquisa qualitativa, concebido sob o paradigma interpretativa/construtivista, onde as múltiplas faces da realidade são resultados da construção social proveniente das experiências e interações dos indivíduos [Creswell 2014]. Por isso, utilizamos a abordagem metodológica *Constructivist Grounded Theory* [Charmax 2014].

Aplicamos para coleta de dados o método *Think-Aloud Protocol* (TAP) [Ericsson and Fox 2011], por possibilitar a descrição do comportamento, ações e principalmente o “pensamento” do participante pelo próprio durante as sessões do estudo. Esses relatos verbais são considerados e tratados como dados [Ericsson and Simon 1980], além de propícios para descrever os processos cognitivos envolvidos nas decisões e nos comportamentos do participante.

Em complementação, utilizamos a técnica de *Intensive Interviewing* (II) [Charmax 2014], que permite delinear o contexto e a abrangência do estudo sob a perspectiva e as experiências do participante, possibilitando que novos dados emergam [Mills et al. 2006] a partir da interação durante a entrevista, que de outra forma talvez não fosse possível [Charmax 2014]. Tal técnica foi aplicada antes das sessões TAP, para contextualizar o participante em relação ao uso de trilhas CQA, e após, para capturar a percepção de aprendizagem pelo participante.

Para a análise dos dados utilizamos o processo de comparação constante dos dados [Glaser 1992] visando a geração de códigos conceituais. Nesse processo os dados coletados passam pelo escrutínio de análise por palavras, linhas ou incidentes

[Santos et al. 2018].

Estabelecemos a amostragem teórica do estudo através da composição de grupos amostrais com participantes diferentes, mas que possuíssem experiências relevantes em relação ao assunto, conforme a estratégia preconizada por Santos [Santos et al. 2018]. A saturação foi estabelecida pela inexistência de novo elemento/conceito ou não acréscimo de novas informações para o desenvolvimento e categorização teórica [Saunders et al. 2018]. Adotamos os princípios de saturação de dados apresentados por Francis [Francis et al. 2010], partindo do tamanho inicial da amostra de 10 (dez) participantes, com critério de parada testado após cada participação sucessiva a partir da décima primeira. Para atingir o ponto de saturação dos dados, o critério considera 3 (três) participações realizadas sem novos temas emergentes.

O estudo foi executado seguindo procedimentos definidos em quatro etapas sequenciais: (i) preparação do ambiente e tópicos da entrevista, definição e seleção dos participantes; (ii) execução do estudo com aplicação do TAP e da II com gravação das interações; (iii) tratamento dos dados verbais como relato verbal transcrito com adição de anotações complementares do pesquisador; e (iv) análise qualitativa dos dados através da codificação e extração de características.

Para as atividades das sessões, selecionamos a CQA *Stack Overflow*, após extensa pesquisa livre na Web considerando o volume de acessos, proeminência como fonte de informação sobre computação, bem como o destaque auferido através de diversos estudos existentes na literatura. Tais sessões ocorreram no primeiro semestre 2021 através de reuniões online (*Google Meet*), com todas as atividades e falas gravadas com o prévio consentimento do voluntário.

Os participantes foram definidos a partir do grupo de alunos de um programa de pós-graduação *stricto-sensu* da área da Computação. O regime de participação foi voluntário e buscou-se atingir a heterogeneidade de perfil do grupo de participantes, com representação étnica, gênero, perfil acadêmico e experiência profissional, para efeito de amostragem teórica, conforme resultado apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Perfil e Heterogeneidade dos Participantes

Gênero		Etnia/Raça		Perfil Acadêmico		Experiência Profissional	
Feminino	41,18%	Preto ou Pardo	41,18%	Mestrando	52,94%	<5 anos	17,95%
Masculino	58,82%	Branca	58,82%	Doutorando	47,06%	6 a 10 anos	29,41%
						>10 anos	52,94%

Dados os critérios de saturação estabelecidos, os critérios de tamanho da amostra foram satisfeitos, quando atingimos 17 (dezesete) participações qualificadas.

4. Contextualização da experiência do participante

Consideramos o relato extraído da entrevista semiestruturada, com uso da técnica de *Intense Interviewing* para contextualizar o uso da CQA pelos participantes, bem como a familiaridade e uso da linguagem C.

Quanto à razão ou motivo para uso de CQA, obtivemos 76,47% respostas qualificáveis, com destaque de 55,6% para uso da *Stack Overflow* quanto à necessidade. Tal percepção sobre o *Stack Overflow* é condizente com a característica dessa CQA ser concentrada em um campo específico (desenvolvimento e programação). Os principais relatos são sobre “busca de solução de problemas”: participantes P21610, P21715, P21818,

P21915, P22218, P31718; “busca de informações”: P21818; “para resolver dúvidas”: P21710, P22423; “para trabalho” (de desenvolvedor): P21720, P30217. Por exemplo, sobre o uso do *Stack Overflow* temos:

“Trabalho com programação, então quando estou fazendo algo novo ou usando algum componente, durante a programação, para resolver as dúvidas.” (Participante P21710).

“(...) preciso resolver um problema de forma rápida.” (Participante P21715).

“É mais para busca de informações mesmo.” (Participante P21818).

Quanto à finalidade explícita para uso da CQA, destacamos que a maioria (88.23%) utiliza para fins técnicos, como trabalho profissional ou acadêmico. Desse conjunto, 60% relata uso para demandas pontuais ou específicas.

Além disso, quando se trata de conhecimentos ou aprendizado, sobretudo quando se conhece muito pouco sobre o assunto, as CQA são preteridas pelas demais fontes, individualmente ou combinadas entre si, dependendo da estratégia de busca do participante:

“Quando quero aprender sobre um assunto que eu não conheço nada, que ele é complexo, que ele é longo, em geral, eu não procuro essas comunidades. Procuro uma biblioteca ou uma documentação mais ‘parruda’ porque eu não sei nada.” (Participante P22218).

Como o estudo explora a trilha conceitual de aspectos técnicos da linguagem C, os participantes foram questionados sobre o domínio ou familiaridade sobre o assunto. Como resultado, eles se declararam com 29,41% domínio, 47,08% razoável e 23,51% pouco ou nenhum conhecimento em relação à linguagem C. Destacamos que 2/5 dos participantes alegaram que há muito tempo não utilizavam tal linguagem. A maioria dos participantes aprendeu-a durante os estudos de graduação acadêmica.

5. Análise da Aderência de trilha CQA para suporte à Aprendizagem

Para avaliarmos se tópicos mais conceituais apresentados em formato de perguntas em CQA são relevantes para os participantes como fonte para aprendizagem, selecionamos a trilha de perguntas sobre a distinção de operadores da linguagem de programação C, da CQA *Stack Overflow*. As sessões foram conduzidas com o método TAP, onde os participantes analisavam, refletiam e avaliavam o conteúdo da trilha com o propósito de compreender o assunto abordado, contribuindo para o próprio aprendizado.

A existência de respostas aceitas e do ranqueamento das respostas por pontuação parece suportar a confiabilidade da informação existente na trilha para apoiar o aprendizado, sobretudo para os iniciantes no assunto. Eis alguns relatos:

“A pontuação ajuda. É interessante ter esse juízo de quantidade. Essa ordenação do *Stack Overflow* para mim é perfeita. Porque me dá um juízo de qualidade, através da marcação da melhor resposta e como a primeira.” (Participante P21510).

“Isso para mim já é positivo. Quando se chega ao ponto de votarem, de indicar que está legal, isso já está de bom tamanho. Passa (confiança), sem sombra de dúvida.” (Participante P22015).

A pergunta detalhada e as respostas bem elaboradas parecem contribuir para a aprendizagem do conteúdo existente na trilha, enquanto os comentários parecem ser irre-

levantantes e dispersam o entendimento sobre o assunto:

“Os comentários aqui nem sempre são para agregar. Por isso acho legal ter a distinção entre resposta e comentários.” (Participante P21820).

“Já é um comentário relacionado à pergunta. Agrega alguma coisa. Penso que as duas respostas são complementares, apesar da outra (a primeira) estar melhor estruturada.” (Participante P21610).

“Como é algo mais conceitual, que demanda mais pensamento, mais análise, teve mais discussão, mais comentários. Quando se apresenta dessa forma, eu acho mais interessante para o aprendizado de conceitos, de algumas questões que se tem que não é uma resposta tão direta.” (Participante P21820).

A postagem foi considerada inadequada para aprendizado para iniciantes no assunto. Isto sugere que faltam elementos na trilha que categorizassem o nível de conhecimento requerido para aquele conteúdo.

“Eu acho que não serve para *newbie* aprender, teria que ter mais conhecimento.” (Participante P21616).

“(…) serve para efeito de aprendizado sobre o assunto. Contudo, depende do usuário que estiver acessando isso aqui, porque se ele seguir, tem umas discussões que para um usuário primário, que está aprendendo, que talvez fizesse perguntas, talvez não vá compreender algumas coisas relacionadas aos padrões [de programação].” (Participante P21820).

6. Percepção de aprendizagem pelos participantes

Após as sessões práticas, realizamos entrevistas com o uso da técnica de *Intense Interviewing* para tratamos da percepção dos participantes quanto a possível utilização de CQA para suporte à aprendizagem. Os participantes foram estimulados a refletir sobre o uso de trilhas da CQA como material de apoio para aprendizagem, bem como qual seria a finalidade e escopo de base para aulas, tais como laboratorial/técnica, implementação ou conceito.

“Acho muita postagem assim, perguntas conceituas, que tem alguém respondendo detalhes.” (Participante P21818).

“Esse conteúdo complicaria a vida dele (aluno). Ele já precisaria de um pouco mais de conhecimento para inclusive ter vontade de chegar e fazer uma análise conceitual do que está por trás de algo aparentemente simples.” (Participante P22015).

Podemos destacar as seguintes considerações dos participantes sobre uso das trilhas para aprendizagem: (i) perfil de alguém com mais experiência ou um especialista; (ii) tópico de conceitos mais avançados, aspectos e teoria de linguagem de programação, incluindo conceitos de compilação; (iii) trilha caracterizada como um debate de conceitos, sintaxe da linguagem versus semântica; (iv) falta de exemplos de aplicação.

A percepção majoritária, capturada a partir de todos os relatos coletados e codificados, é que a CQA teria relevância de uso para busca por assuntos mais técnicos e diretos, como o caso de implementações pontuais de solução técnica, algo de aplicação mais prática.

“Para coisas teóricas complexas e grandes, de assuntos de discussões grandes, eu acho que o *Stack Overflow* não cairia bem.” (Participante P22218).

Visto que as CQA permitem a interação e debate através dos comentários, para ajudar a compreender e melhorar tanto a pergunta quanto a resposta, verificamos com os participantes o impacto disso e a relevância no contexto da aprendizagem do usuário, bem como que outros recursos poderiam contribuir:

“Eu acho que [os comentários ajudam] sim, porque pode complementar, te dar outra opção de fazer. (Participante P30217).

“Acho importante sim, a existência de links para saber mais. Em geral, o que faço é isso, vou abrindo em várias abas e vou lendo gradualmente. (...) Os links do lado direito eu nem li. (...) Não vi nenhuma questão que me ajudasse com isso aqui não.” (Participante P31818).

Na Tabela 2 apresentamos os elementos codificados coletados a partir dos relatos dos participantes que são facilitadores ou restridores para o uso das trilhas de CQA como material de aprendizagem, considerando a busca de informação e obtenção de conhecimento através das mesma.

Tabela 2. Principais Aspectos da CQA que influem na aprendizagem

Facilitadores		Restritores	
Demonstração com fornecimento de explicações mais técnicas. Respostas se complementando.	52,9%	Linguagem inadequada. Resposta complexa desorganizada.	17,6%
Maior enfoque na discussão e conversa.	41,2%	Conteúdo com enfoque dado mais à sintaxe.	11,7%
Debate de opiniões. Texto mais objetivo (maior objetividade).	23,5%	Fornecer solução ao invés de conhecimento. Texto mais subjetivo quando aborda questões conceituais. Não é estruturado para aprendizagem. Falta de referências consistentes.	5,9%
Respostas mais elaboradas.	17,6%		
Apresentação de pontos de vistas distintos.	11,8%		
Variedade de possibilidade de ordenação das respostas. Clareza do conteúdo permitindo rápida compreensão.	5,9%		

Todavia, quando avaliado como material complementar de aprendizagem, os participantes tendem a considerar adequado, sobretudo para conhecimento mais técnico (13 participantes). Entretanto, destacam alguma necessidade de adequação, visto que consideram que ‘não é completo’, ‘demanda conhecimento prévio do assunto’ e alguns tópicos são multiplataformas (requer acessos a diversas fontes).

7. Discussão

Ao analisar o contexto de utilização da CQA, especificamente *Stack Overflow* através das entrevistas, confirmamos as expectativas iniciais observadas pelas visualizações na Web e da própria literatura a respeito. Em se tratando de necessidade de conhecimento, há o uso para solução de problemas práticos, técnicos de computação, bem como busca de informações com base na necessidade diária profissional do grupo de participantes. Quando se trata de necessidade de aprendizado, as CQA não são reconhecidas como relevantes, principalmente quando se trata de assuntos de pouco domínio do usuário, dada a pouca profundidade e amplitude de abordagem dos assuntos. Contudo, sugere uma possibilidade de inserção em um cenário de micro aprendizagem de cunho imediato e técnico, o que reforça ainda mais a demanda pela melhoria da qualidade das perguntas [Ravi et al. 2014] e do conteúdo de modo geral [Procaci et al. 2019].

Quando exploramos a trilha técnica conceitual sobre linguagem C, através das sessões de aprendizagem, alguns mecanismos sociotécnicos existentes na CQA *Stack Overflow*, tais como respostas aceitas e ranqueamento das respostas por pontuação, contribuíram para a confiabilidade do conhecimento existente na trilha para usuário-aprendiz iniciante. Em relação à qualidade do conteúdo, verificamos ser estabelecida em função da

pergunta melhor detalhada e das respostas mais bem elaboradas, enquanto os comentários são elementos de dispersão do aprendizado, sobretudo os ligados à pergunta. De fato, um fator crítico é a qualidade das respostas, devido ao risco de uma pergunta não receber respostas de alta qualidade, seja porque os especialistas não respondam ou os perguntadores não tenham o conhecimento e as habilidades necessárias para avaliar a qualidade das respostas que recebam [Le et al. 2019]. Isso poderia fazer com que os alunos construíssem uma base de conhecimento defeituosa ao aplicar informações imprecisas adquiridas de fontes online.

Uma postagem mais conceitual, como a pesquisada neste estudo, foi considerada inapropriada para aprendizagem sobre o tema para um usuário-aprendiz iniciante no domínio. Isto ocorre por demandar maior esforço cognitivo e conhecimentos prévios associados, tais como outros conceitos citados no conteúdo. Esta percepção se baseia na experiência dos usuários em mecanismos de busca, que não responde diretamente às necessidades, mas provê referências a respostas, embora desejassem o envolvimento de um especialista para tratar de suas necessidades de conhecimento [Metzler et al. 2021]. Desta forma, cria-se a expectativa que na trilha exista essa possibilidade de *links* de aprofundamento de conhecimentos correlatos, o que não é o cenário atual na CQA, ou mesmo, que a interação se dê com um especialista numa dinâmica direta, o que também não ocorre sincronicamente e não é garantido. Então, na percepção do usuário como um aluno em um processo de busca por respostas para perguntas relacionadas ao conteúdo escolar, há um hábito de utilizar mecanismos de buscas que também encontram resultados fora do contexto educacional, o que o leva, em uma segunda escolha, e tendência crescente, aos sites de Q&A, onde podem obter respostas de outros colegas online [Yilmaz et al. 2019].

Pelas entrevistas exploramos a percepção dos participantes sobre uso da trilha conceitual para suporte à aprendizagem. Observamos que tais trilhas estão se tornando cada vez mais presentes. Contudo, ainda parecem inadequadas para perfil de usuário-aprendiz iniciante, posto que demandam um esforço cognitivo pela complexidade do conteúdo (compilação, teoria de linguagem de programação, etc.), existência de múltiplos conceitos e ausência de exemplos.

Finalmente, ao consideramos a CQA dentro da perspectiva de aprendizagem, a possibilidade de buscar uma resposta para uma pergunta que se está fazendo é também uma forma específica de aprendizagem informal, aprimorada por tecnologia, compreendida como aprendizagem colaborativa apoiada por computador [Srba and Bielikova 2016]. Desta forma, como outra contribuição deste estudo, apresentamos na Tabela 2 os principais aspectos facilitadores e restritores do uso desse tipo de trilha conceitual na CQA para a aprendizagem autorregulada informal de conteúdo técnico em computação. Onde destacamos o papel fundamental do encadeamento dos conceitos através de respostas que se complementam e *links*, seguido de demonstrações de aplicações, desde que haja um debate aprofundado das informações existentes em uma linguagem adequada para o público-alvo, o que sugere a necessidade de estruturação da trilha em níveis de conhecimentos para perfis de usuário-aprendiz. Isso possibilitaria a ocorrência de um fluxo de conhecimento dos usuários mais experientes para os menos experientes, através da leitura e da elaboração da postagem (pergunta ou resposta) [Aritajati and Narayanan 2013], em concordância com a Teoria de Aprendizagem entre pares, sem a figura de aluno e de instrutor/professor [Srba and Bielikova 2016].

8. Conclusão

Neste artigo, apresentamos uma abordagem de pesquisa qualitativa utilizando a Teoria Fundamentada em Dados Construtivista para análise da perspectiva de uso de CQA para exploração de conceitos na Aprendizagem de Computação para grupo de usuários-aprendizes alunos de pós-graduação da área de computação. Selecionamos a CQA *Stack Overflow* devido ao destaque na área de computação, e uma trilha conceitual sobre linguagem C, por ser presente no ensino de computação. Os participantes são qualificados no assunto, tanto da perspectiva acadêmica (pós-graduandos) quanto da perspectiva de experiência. Contemplamos sessões práticas observacionais com uso do método TAP, além de duas entrevistas com a técnica II, para contextualização da utilização de CQA e para obter a percepção de aprendizagem sobre a trilha.

Como contribuição, temos a abordagem metodológica empregada para exploração do uso de CQA no contexto de aprendizagem de computação abordando conceitos, além de tratar a percepção de aprendizagem no contexto da aprendizagem autorregulada informal. Como achados podemos destacar: (i) as perguntas mais detalhadas e as respostas bem elaboradas contribuem para a aprendizagem de conceitos de Computação, reforçando o aspecto de qualidade; (ii) a percepção majoritária de inadequação das trilhas em CQA para aprendizagem de indivíduos iniciantes no assunto; (iii) a viabilidade de uso como material técnico complementar ou recurso de micro aprendizagem; (iv) o detalhamento da pergunta confere suporte ao entendimento quando não há domínio do assunto; (v) o conhecimento existente na trilha está intimamente ligada à qualidade da resposta; (vi) alguns mecanismos sociotécnicos conferem confiabilidade da informação existente para usuários aprendizes iniciantes; (vii) a existência de aspectos facilitadores e restritores para a adequação das trilhas de CQA como trilhas de aprendizagem.

As limitações deste trabalho residem no escopo restrito do público-alvo, uma vez que exploramos apenas conceitos na aprendizagem de Computação e, assim, restringimos os participantes a alunos iniciantes em Computação e alunos especialistas em Computação. Adicionalmente, exploramos apenas a CQA *Stack Overflow* e a trilha conceitual de aspectos técnicos da linguagem C.

Para trabalho futuro, pretendemos explorar as fronteiras do presente trabalho, como grupos de níveis de conhecimentos diversificados de alunos de computação, com e sem ambiente formal de ensino associado, aplicando trilhas encadeadas em conteúdos formais de ensino de computação. Isto para que seja possível aprimorar as investigações comparativas entre domínio do conhecimento e perfis de usuários. Uma outra perspectiva de trabalho, diz respeito ao aprofundamento da exploração dos elementos e mecanismos sociotécnicos da CQA para aprendizagem, contemplando diferentes CQA para ter uma compreensão sobre as relevâncias individuais e combinadas de cada CQA e elemento/mecanismo para suporte à aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi parcialmente financiado pelo 'Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq' (Processos 305436/2021-0 com Projeto '3C-BPA: Comportamento de busca, Complexidade da informação e pensamento Crítico na Busca como um Processo de Aprendizagem', e 315374/2018-7) e FAPERJ (Processos FAPERJ E-26/210.688/2019, E-26/210.231/2021 e E-26/211.009/2021).

Referências

- Aritajati, C. and Narayanan, N. H. (2013). Facilitating students' collaboration and learning in a question and answer system. In Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work companion, pages 101–106.
- Bandura, A. and Walters, R. H. (1977). Social learning theory, volume 1. Prentice-hall Englewood Cliffs, NJ, .
- Cerasoli, C. P., Alliger, G. M., Donsbach, J. S., Mathieu, J. E., Tannenbaum, S. I., and Orvis, K. A. (2018). Antecedents and outcomes of informal learning behaviors: A meta-analysis. Journal of Business and Psychology, 33(2):203–230.
- Charmax, K. (2014). Constructing Grounded Theory. Sage publications, 2nd edition.
- Creswell, J. W. (2014). Investigação qualitativa e projeto de pesquisa. Penso, Porto Alegre, 3rd edition.
- Deng, S., Tong, J., Lin, Y., Li, H., and Liu, Y. (2019). Motivating scholars' responses in academic social networking sites: An empirical study on researchgate q&a behavior. Information Processing & Management, 56(6):102082.
- Ericsson, K. and Fox, M. (2011). Thinking aloud is not a form of introspection but a qualitatively different methodology: Reply to schooler (2011). Psychological bulletin, 137:351–4.
- Ericsson, K. A. and Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. Psychological review, 87(3):215.
- Francis, J. J., Johnston, M., Robertson, C., Glidewell, L., Entwistle, V., Eccles, M. P., and Grimshaw, J. M. (2010). What is an adequate sample size? operationalising data saturation for theory-based interview studies. Psychology and health, 25(10):1229–1245.
- Gimenez, P. J. d. A. and Siqueira, S. W. M. (2021). How much do i stand out in communities q&a? an analysis of user interactions based on graph embedding. In XVII Brazilian Symposium on Information Systems, pages 1–8.
- Glaser, B. G. (1992). Basics of grounded theory analysis: Emergence vs forcing. Sociology press.
- Jin, J., Li, Y., Zhong, X., and Zhai, L. (2015). Why users contribute knowledge to online communities: An empirical study of an online social q&a community. Information & management, 52(7):840–849.
- Kamienski, A. and Bezemer, C.-P. (2021). An empirical study of q&a websites for game developers. Empirical Software Engineering, 26(6):1–39.
- Kumar, S. and Chauhan, A. (2020). Recommending question-answers for enriching textbooks. In International Conference on Big Data Analytics, pages 308–328. Springer.
- Le, L. T., Shah, C., and Choi, E. (2019). Assessing the quality of answers autonomously in community question–answering. International Journal on Digital Libraries, 20(4):351–367.

- Liu, E. Z.-F., Cheng, S.-S., and Lin, C. H. (2013). The effects of using online q&a discussion forums with different characteristics as a learning resource. The Asia-Pacific Education Researcher, 22(4):667–675.
- Liu, P., Li, F., and Yang, Z. (2020). A grounded theory approach for modelling the knowledge construction process in exploratory search. In Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries in 2020, pages 409–412.
- Lou, J., Fang, Y., Lim, K. H., and Peng, J. Z. (2013). Contributing high quantity and quality knowledge to online q & a communities. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 64(2):356–371.
- Metzler, D., Tay, Y., Bahri, D., and Najork, M. (2021). Rethinking search: Making experts out of dilettantes. SIGIR Forum 55, (13):27.
- Mills, J., Bonner, A., and Francis, K. (2006). The development of constructivist grounded theory. International journal of qualitative methods, 5(1):25–35.
- Nadi, S. and Treude, C. (2020). Essential sentences for navigating stack overflow answers. In 2020 IEEE 27th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER), pages 229–239. IEEE.
- Overflow, S. (2020). Stack overflow’s 2020 developer survey (2020). <https://insights.stackoverflow.com/survey/2020>.
- Pena-Shaff, J. B. and Nicholls, C. (2004). Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions. Computers & Education, 42(3):243–265.
- Procaci, T. B., Nunes, B. P., Nurmikko-Fuller, T., and Siqueira, S. W. (2016). Finding topical experts in question & answer communities. In 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pages 407–411, . IEEE, .
- Procaci, T. B., Nunes, B. P., and Siqueira, S. W. (2021). Aprender ao longo da vida através de ambientes pessoais de aprendizagem. <https://ieducacao.ceie-br.org/ambientes-pessoais-aprendizagem/>. acessado: 19-Fev-2022.
- Procaci, T. B., Siqueira, S. W., Nunes, B. P., and Nurmikko-Fuller, T. (2017). Modelling experts behaviour in q&a communities to predict worthy discussions. In 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pages 291–295, . IEEE, .
- Procaci, T. B., Siqueira, S. W. M., Nunes, B. P., and Nurmikko-Fuller, T. (2019). Experts and likely to be closed discussions in question and answer communities: An analytical overview. Computers in Human Behavior, 92:519–535.
- Putra, M. I. J., Junaid, M., and Sulman, F. (2021). The ability of the question and answer (q&a) method with the help of learnin videos against student learning outcomes amid the covid-19 pandemic. EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan, 3(5):2160–2169.
- Ravi, S., Pang, B., Rastogi, V., and Kumar, R. (2014). Great question! question quality in community q&a. In Eighth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media.
- Santos, J. L. G. d., Cunha, K. S. d., Adamy, E. K., Backes, M. T. S., Leite, J. L., and Sousa, F. G. M. d. (2018). Análise de dados: comparação entre as diferentes perspectivas

metodológicas da teoria fundamentada nos dados. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 52.

- Saunders, B., Sim, J., Kingstone, T., Baker, S., Waterfield, J., Bartlam, B., Burroughs, H., and Jinks, C. (2018). Saturation in qualitative research: exploring its conceptualization and operationalization. Quality & quantity, 52(4):1893–1907.
- Srba, I. and Bielikova, M. (2016). A comprehensive survey and classification of approaches for community question answering. ACM Transactions on the Web (TWEB), 10(3):1–63.
- Srba, I., Savic, M., Bielikova, M., Ivanovic, M., and Pautasso, C. (2019). Employing community question answering for online discussions in university courses: Students' perspective. Computers & Education, 135:75–90.
- Wu, Y., Wang, S., Bezemer, C.-P., and Inoue, K. (2019). How do developers utilize source code from stack overflow? Empirical Software Engineering, 24(2):637–673.
- Yilmaz, T., Ozcan, R., Altıngövdü, I. S., and Özgür Ulusoy (2019). Improving educational web search for question-like queries through subject classification. Information Processing & Management, 56(1):228–246.
- Zhang, H., Wang, S., Chen, T.-H., and Hassan, A. E. (2019a). Reading answers on stack overflow: Not enough! IEEE Transactions on Software Engineering, 47(11):2520–2533.
- Zhang, Y., Lu, T., Phang, C. W., and Zhang, C. (2019b). Scientific knowledge communication in online q&a communities: Linguistic devices as a tool to increase the popularity and perceived professionalism of knowledge contribution. Journal of the Association for Information Systems, 20(8):3.