ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

(Des)Continuidade da implementação do BIM em uma pequena empresa de projetos de engenharia

(Dis)Continuity of BIM implementation in a small engineering design firm

Rita Cristina Ferreira

Universidade de São Pualo | São Carlos | Brasil | rita@dwg.arq.br

Ricarco Codinhoto

University of Bath | Bath | Inglaterra | r.codinhoto@bath.ac.uk

Marcio Minto Fabrício

Universidade de São Pualo | São Carlos | Brasil | márcio.minto@usp.br

Resumo

Estudos sobre a implementação do BIM indicam que a falta de qualificação profissional é uma barreira à implementação do BIM. No entanto, apesar da aprendizagem colaborativa contribuir para a remoção dessa barreira, há poucos estudos que exploram essa abordagem. Este artigo aborda esta lacuna, por meio da análise dos resultados de um programa baseado na abordagem da aprendizagem colaborativa para implementação do BIM em uma pequena empresa de projetos de engenharia. O método de pesquisa baseia-se em pesquisa-ação envolvendo análise documental e grupo focal. Como instrumento de aprendizagem, a pesquisa focou em aprendizagem de BIM em equipes em projetos reais. Os resultados, únicos em relação a aprendizagem e BIM, corroboram pesquisas anteriores em outras áreas em que o engajamento dos indivíduos é crucial à construção da cultura e do conhecimento. Os resultados demonstram que a abordagem de aprendizagem colaborativa é um importante instrumento pedagógico para ação mediada, influenciando em mudanças culturais necessárias à implementação do BIM.

Palavras-chave: Qualificação profissional. Resistência à mudança tecnológica. Grupo focal. Modelagem da Informação da Construção. Vigotski.

Como citar:

FERREIRA, R.C.; CODINHOTO, R.; MINTO, M.M. (Des)Continuidade da implementação do BIM em uma pequena empresa de projetos de engenharia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Abstract

Studies on the implementation of BIM indicate that the lack of professional qualifications is a barrier to BIM implementation. However, although collaborative learning contributes to removing this barrier, few studies explore this approach. This article addresses this gap by analyzing the results of a program based on the collaborative learning approach for implementing BIM in a small engineering design company. The research method is based on action research involving documental analysis and a focus group. As a learning tool, the research focused on team learning related to BIM in real projects. The results, unique in related to BIM learning, corroborate precedent research in that the engagement by individuals is crucial to the construction of culture and knowledge. The results demonstrate that the collaborative learning approach is an important pedagogical instrument for mediated action, influencing cultural changes necessary for the implementation of BIM.

Keywords: Professional qualification. Resistance to technological change. Focal Group. Building Information Modeling. Vygotsky.

INTRODUÇÃO

Existe uma grande disparidade na capacidade de treinamento e aprendizagem do BIM entre pequenas e grandes empresas. Enquanto empresas de médio e grande porte dispõem de recursos humanos e tecnológicos, as micro e pequenas empresas (MPEs) utilizam-se de cursos externos baseado em educação formal oferecidos for terceiros.

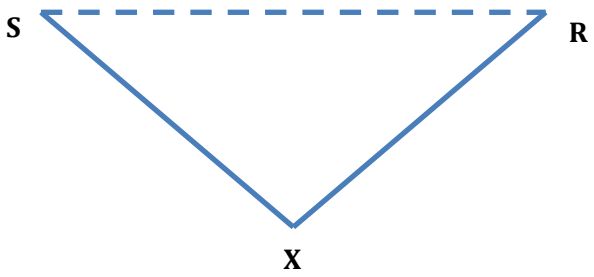
Diversos pontos foram estudados sobre a aprendizagem de BIM. Estudos [1][2][3] indicam que a falta de pessoal capacitado em MPEs é uma das principais barreiras à implementação do BIM. Há uma predominância de estudos voltadas para a educação formal [4][5][6][7], ou seja, educação estruturada e padronizada por organizações visando o ensino [8][9] e na implementação do BIM em grandes construtoras [13][14]. Há menos pesquisas sobre MPEs [15][16], a implementação de inovações digitais e aprendizagem contínua [10][11][12], sobre a (des)continuidade da implementação do BIM e aprendizagem colaborativa em MPEs.

Portanto, esta pesquisa explorou a (des)continuidade da implementação do BIM em uma MPE que utilizou aprendizagem colaborativa e abordagem interdisciplinar [18], nas áreas de conhecimento em engenharia e de aprendizagem.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este estudo está fundamentado na teoria de Vigotski que, em crítica a modelos tradicionais de aprendizagem baseados na simples reação a um estímulo, introduz o conceito da ação mediada na relação estímulo-resposta [10], gerando um modelo triádico (Figura 1). Vigotski propõe que, em vez de uma relação direta entre o estímulo (S) e a resposta (R), existe um mediador (X) que é crucial na forma como o indivíduo interage com o ambiente e pode ser um instrumento ou um signo. Por exemplo, ao aprender uma nova habilidade, um aprendiz pode usar uma lista de verificação (mediador) para guiar suas ações (resposta) em relação às instruções dadas (estímulo). A lista organiza a tarefa e proporciona uma estrutura que facilita a aprendizagem e a execução da tarefa.

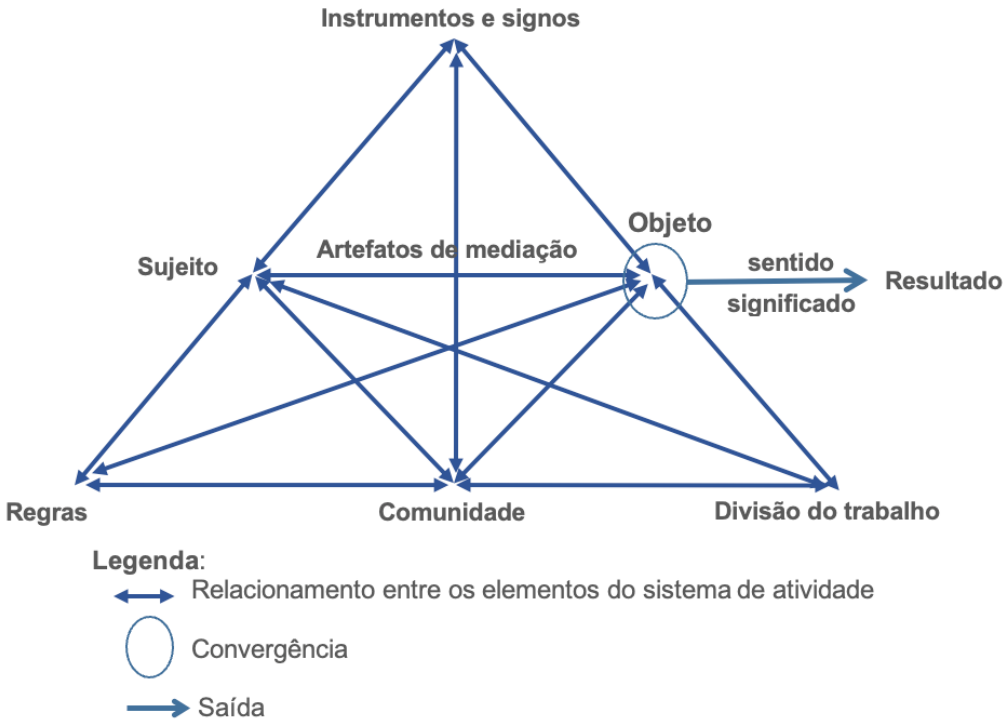
Figura 1 - Modelo triádico de Vigotski: situação-problema (S) e resposta (R) mediada por signo (X)



Fonte: [21, p. 33]

Nesta pesquisa, Teoria da Atividade esclarece como a aprendizagem e o desenvolvimento humano são mediados por fatores culturais e sociais [22] em contextos coletivos [23]. Esta é um desdobramento teórico do modelo triádico de Vigotski, a partir do qual, Engeström [23] desenvolve o modelo triádico expandido, introduzindo os elementos de regras, comunidade e divisão do trabalho, bem como as tensões e contradições provocadas pelas interações das atividades. Este conjunto compõe um sistema de atividade humana, representado na Figura 2. As tensões e contradições impulsionam o sujeito em direção ao objeto, mediado por um instrumento ou artefato.

Figura 2 – Sistema de atividade humana



Nota: Tradução dos autores. Fonte: [23, p. 135] e [24, p. 78].

Pouco testada na construção, a análise de sistema de atividade foi utilizada para discutir implementação do BIM [25] [26] com resultados promissores e que justificam

uma continua exploração cientifica. Assim, a aprendizagem colaborativa e a Teoria da Atividade oferecem uma abordagem integrada para melhor entender as barreiras na implementação do BIM, já que fornecem uma base teórica e metodológica sólida sobre o processo de aprendizagem e implementação.

REVISÃO DA LITERATURA

Dentre as barreiras para a implementação do BIM estão: (1) a falta de exigência clara por parte dos clientes quanto ao uso do BIM [27], (2) a ausência de tecnologia adequada para governança [28], e (3) a necessidade de desenvolver novas competências em BIM [29]. Esses estudos apontam outros desafios, como as barreiras sociotécnicas do setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC), e à capacitação contínua das pessoas em que a necessidade de treinamentos e educação vão além do mero aprendizado de software [30].

Apesar de disponíveis muitas pesquisas sobre barreiras, observou-se ausência de trabalhos sobre a descontinuidade da implementação do BIM. No contexto do BIM, apenas um artigo [31] aponta que um número significativo de usuários abandona a utilização do BIM devido à falta de preparo do mercado para as mudanças necessárias. Baseando-se no conceito de prontidão, os autores exploraram os fatores que contribuem para o alto índice de abandono da implementação do BIM, dividindo-os em duas categorias principais: atitudes pessoais e atitudes organizacionais.

Na literatura, é possível correlacionar a descontinuidade da implementação do BIM com a de outras inovações tecnológicas. Existem duas principais correntes que tratam da continuidade e descontinuidade na introdução de novas tecnologias nas empresas.

A primeira corrente, conhecida como "modelo de equilíbrio pontuado", sugere que a transformação organizacional ocorre através de melhorias incrementais, onde antigas e novas tecnologias coexistem [32]. A segunda corrente defende uma mudança organizacional contínua, mas distribuída e multifacetada, onde retrocessos e interrupções são comuns [33]. Recentemente, estudos sobre transformação digital contínua ou episódica recomendam desenhos organizacionais flexíveis para facilitar o aprendizado contínuo em meio às rápidas mudanças digitais [34].

Tanto as barreiras à implementação do BIM como a descontinuidade da implementação podem ser entendidas como tensões ou contradições dentro do sistema de atividade. Essas tensões podem surgir entre qualquer um dos elementos acima mencionados. Por exemplo: a falta de exigência dos clientes pode representar uma tensão entre as expectativas dos clientes (comunidade) e o objetivo da empresa (objeto) de implementar o BIM. Da mesma forma, a ausência de tecnologia para governança representa uma tensão entre as ferramentas disponíveis e as necessidades organizacionais para gerenciar eficazmente a implementação do BIM; Também a necessidade de novas competências representa uma contradição entre as capacidades atuais da equipe (sujeito) e as habilidades necessárias para utilizar o BIM de maneira eficaz (ferramentas).

MÉTODO DE PESQUISA

O treinamento ocorreu no contexto de estudo por meio de pesquisa-ação, que envolveu um ciclo iterativo de planejamento, ação, observação e reflexão, com foco na implementação do BIM em uma empresa. Durante o treinamento, a equipe participou ativamente de duas etapas que empregaram técnicas de aprendizagem colaborativa, promovendo a autorreflexão e a autonomia no uso de ferramentas BIM. A continuidade da implementação do BIM foi avaliada por meio de entrevistas informais, grupos focais e análise documental, permitindo uma compreensão aprofundada do contexto de aprendizagem. A colaboração estreita entre pesquisadores e participantes visou resolver problemas práticos e melhorar os processos organizacionais, destacando a natureza participativa e transformadora da pesquisa-ação.

Planejamento: A equipe passou por um treinamento em Autodesk Revit. O treinamento envolveu a implementação de BIM no desenvolvimento de dois projetos, em duas etapas. Nas duas etapas, foram aplicadas técnicas de aprendizagem colaborativa, dentre elas a discussão em grupo, o desenvolvimento de tarefas em equipes e aprendizagem baseada em problemas dos projetos (PBL). Estas estimularam a equipe à autorreflexão e ao desenvolvimento de autonomia para a implementação do BIM.

Ação: Após o treinamento para implementação do BIM entre 2019 e fevereiro de 2020, a empresa deu continuidade à implementação do BIM de forma autônoma.

Observação: o processo de implementação foi monitorado à distância através de entrevista informal, e após um ano da partida do pesquisador, a equipe treinada foi convidada a participar de um grupo focal. O grupo focal foi planejado com o objetivo de explorar a percepção da equipe sobre os resultados do processo de aprendizagem e a continuidade da implementação do BIM após o treinamento. O roteiro do grupo focal incluiu uma apresentação, orientações iniciais e as questões para a sessão com foco na avaliação dos resultados do aprendizado. A duração foi de 2 horas e a moderação feita pelo próprio pesquisador. Para a coleta de dados, foi utilizado o espaço digital on-line Mural. A sessão foi gravada pelo Google meetings, com a permissão dos participantes.

Reflexão: A análise de sistema de atividade dos dados foi aplicada sobre os resultados do grupo focal e visou compreender o contexto da aprendizagem da equipe para implementação do BIM, trazendo um entendimento adicional à continuidade da implementação do BIM.

A pesquisa-ação descrita beneficiou-se da aplicação do modelo triádico de Vigotski e da Teoria da Atividade, pois fornecem uma estrutura teórica para entender como a aprendizagem colaborativa e a implementação do BIM são mediadas por ferramentas e influenciadas pelo contexto social e organizacional. No modelo triádico, entende-se que o treinamento e implementação do BIM refere-se ao estímulo (S); as ferramentas e técnicas de aprendizagem colaborativa o mediador (X), e aprendizagem e aplicação do BIM como resposta (R).

Já em relação a Teoria da Atividade na Pesquisa-Ação, a análise de sistema de atividade dos dados foi aplicada sobre os resultados do grupo focal e visou compreender o contexto da aprendizagem da equipe para implementação do BIM, trazendo um entendimento adicional à continuidade autônoma da implementação do BIM.

RESULTADOS

OBSERVAÇÃO:

Com relação a evolução do processo de implementação autônoma, a partir de entrevistas informais, constatou-se que a empresa continuou a implementação do BIM, criando documentos para um projeto piloto. Esse processo atendeu a demandas reais de clientes. Durante o período, a equipe aplicou conhecimentos adquiridos em treinamento anterior e desenvolveu planilhas para gerenciar parâmetros dos objetos. O uso do termo "objeto" foi significativo, marcando uma ruptura com a representação gráfica tradicional, "desenho". O arquivo "Nomenclatura do objeto.gdoc" foi compartilhado no Google Docs e continuamente editado até o grupo focal.

Observou-se aumento na autonomia da equipe, resultado da aprendizagem colaborativa do treinamento anterior. Segundo a sócia, a equipe buscou conteúdo on-line e compartilhou conhecimento para desenvolver um novo projeto, o de alvenaria estrutural, que não fez parte do treinamento. A equipe organizou-se em grupo de estudo, seguindo a dinâmica colaborativa, sem apoio externo, desenvolvendo atividades autodirigidas. Membros mais habilidosos com a tecnologia atuaram como mentores no grupo.

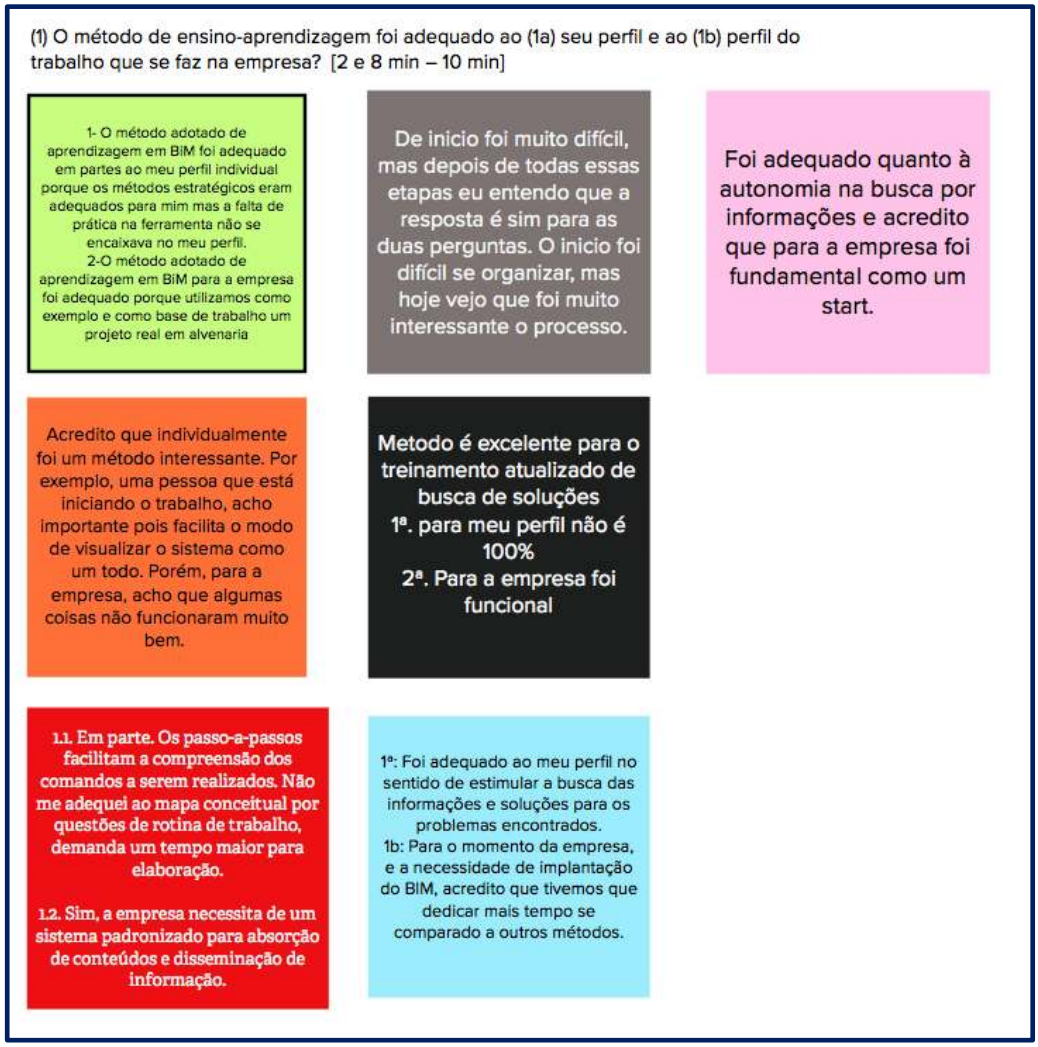
Com relação ao grupo focal, os resultados foram documentados em um painel com questões previamente planejadas pela pesquisadora, utilizando o aplicativo on-line Mural. O grupo focal começou com uma explicação do processo anterior de aprendizagem colaborativa pelo qual os participantes passaram, e dos conceitos de continuidade na implementação do BIM. Em seguida, foi apresentado o objetivo do grupo focal e as regras de conduta.

A sessão foi organizada em torno de cinco perguntas dentro de uma grade no Mural. Em cada quadro, os participantes inseriam suas respostas individuais usando post-its. Cada pergunta tinha duas partes a serem respondidas, com tempo variando de 10 a 14 minutos cada, conforme ilustrado nas imagens a seguir. Após responderem, cada participante expunha suas respostas com o post-it, seguido de um debate sobre suas percepções. As respostas foram então analisadas quanto ao conteúdo, focando nos termos relevantes que explicavam a aprendizagem colaborativa.

A primeira pergunta abordou a adequação do método de ensino-aprendizagem, dividida em duas partes, conforme ilustrado na Figura 3. Em geral, as respostas indicaram que o método foi considerado adequado tanto individualmente quanto para a empresa. No entanto, alguns participantes expressaram insatisfação com o tempo de aprendizagem e a falta de um método mais expositivo (tradicional), já que a

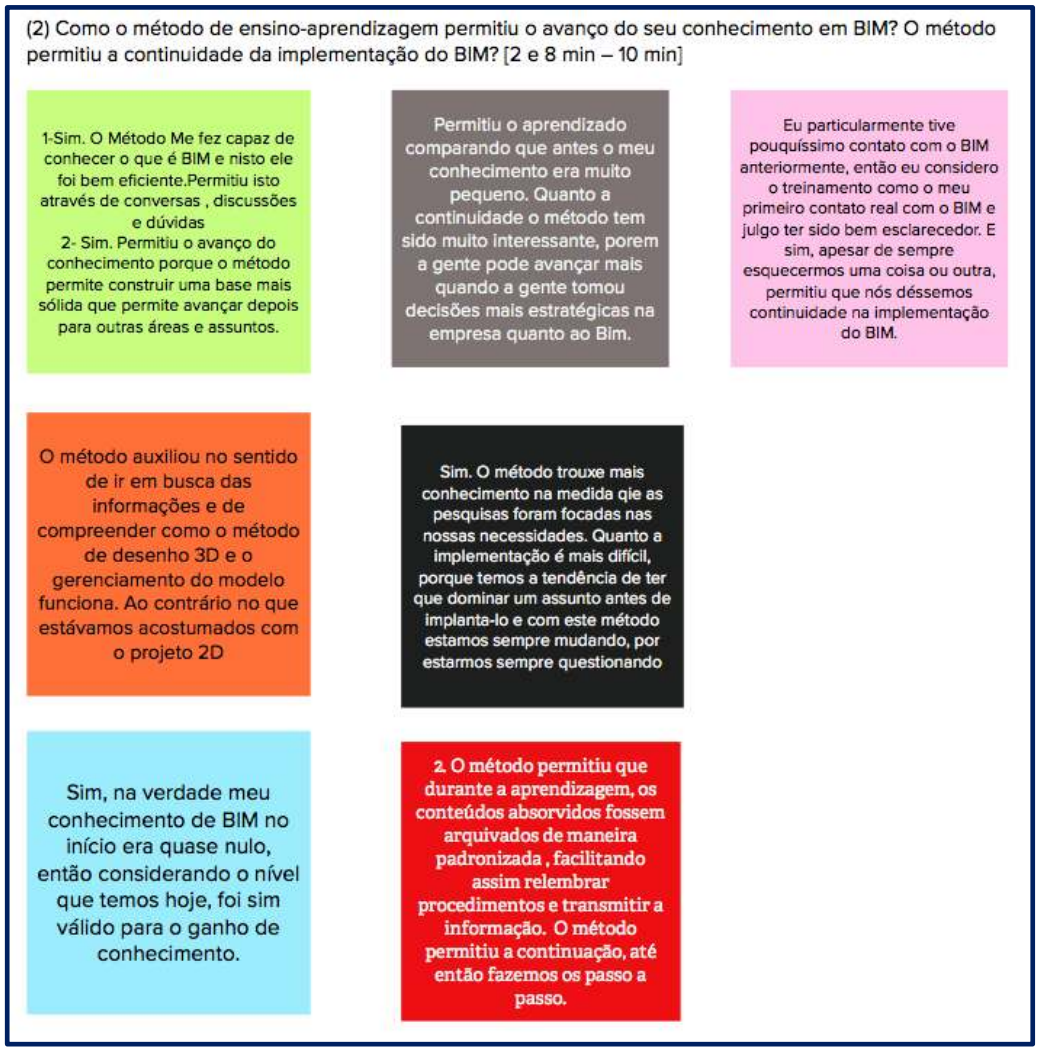
aprendizagem colaborativa requer maior dedicação ativa no processo de aprendizagem.

Figura 3 – Pergunta 1 sobre o método de ensino-aprendizagem



A segunda pergunta foi dirigida a saber sobre a percepção do avanço do conhecimento em BIM para a sua implementação, conforme ilustrado na Figura 4. De um modo geral, os participantes reconheceram que houve um aprendizado mais sólido para a continuidade da implementação do BIM. Um dos pontos que chamou a atenção é que o método de aprendizagem colaborativa trouxe uma postura mais crítica em relação ao conteúdo estudado e esta condição parece ter sido replicada na continuidade da implementação do BIM. Esta situação é confirmada pelas seguintes respostas: “A gente agora fica questionando tudo [...] Se não tivesse uma coisa tão abrangente e fizesse a gente pensar tanto, teríamos uma coisa mais objetiva.” e “com este método estamos sempre mudando, por estarmos sempre questionando”.

Figura 4 – Pergunta 2 sobre a percepção de avanço do conhecimento em BIM para sua implementação



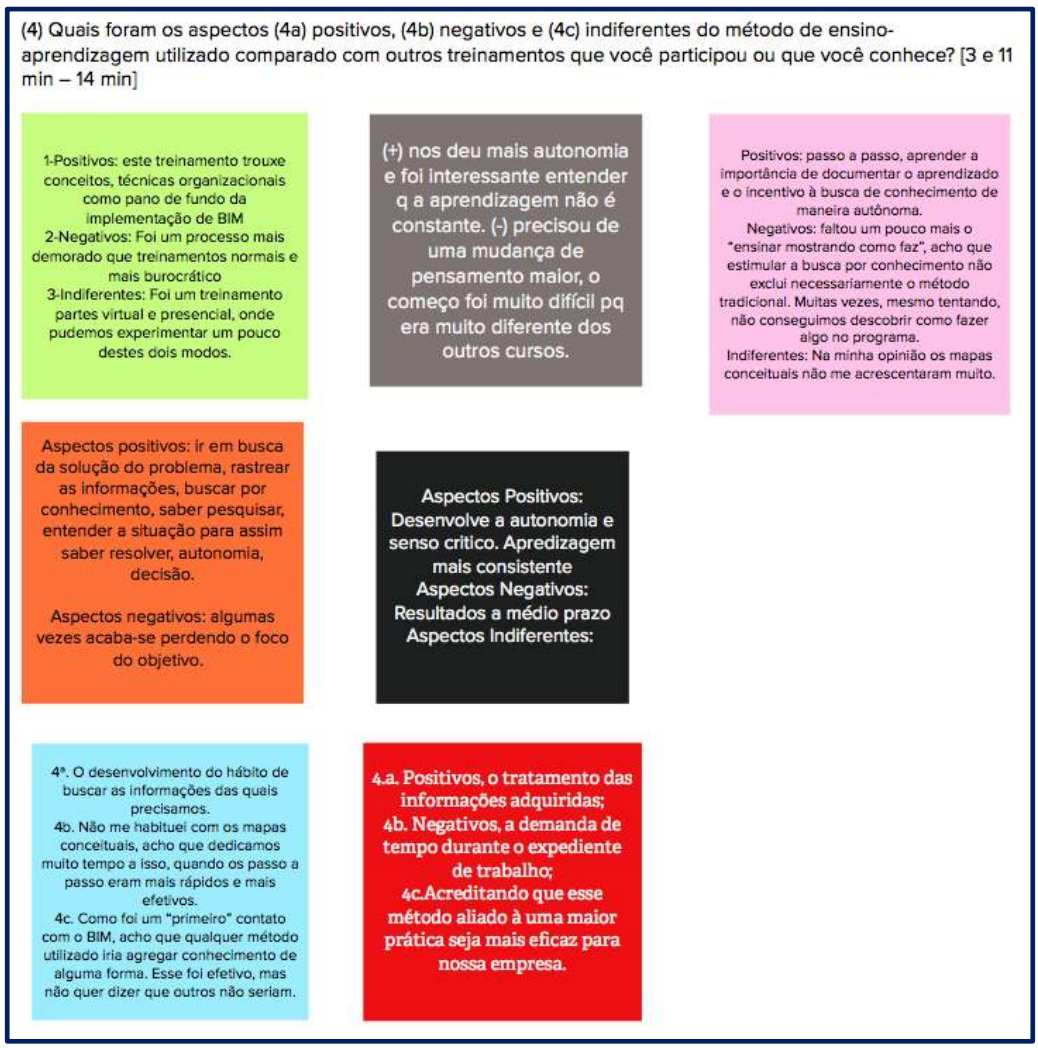
A pergunta 3 foi feita para se identificar o quão mais fácil ou mais difícil foi a continuidade da implementação do BIM sem apoio de um tutor. Como a pergunta era mais aberta, foi dado um tempo maior para resposta e debate. O resultado apontou para um ganho de autonomia pelos participantes, provavelmente decorrente do processo anterior de aprendizagem colaborativa que estimulou à busca ativa pelo conhecimento.

Figura 5 – Pergunta 3 sobre o trabalho sem a tutoria para continuidade da implementação do BIM



A pergunta 4 (Figura 6) teve como objetivo identificar aspectos positivos, negativos e indiferentes da aprendizagem colaborativa, quando comparada a outros treinamentos dos quais participantes tenham experimentado. Neste caso, também foi dado um tempo maior para resposta, tendo em vista à questão ser mais aberta. O termo "autonomia" como ponto positivo apareceu explicitamente em duas respostas. Porém, houve questionamento quanto ao tempo demandado para aprendizagem, bem como a falta de "ensinar mostrando como faz". Outro ponto negativo foi quanto ao aprendizado ser simultâneo ao desenvolvimento de projetos.

Figura 6 – Pergunta 4 sobre os aspectos positivos, negativos e indiferentes do método de aprendizagem colaborativa em relação a outros métodos conhecidos dos participantes



No processo de aprendizagem colaborativa, foram utilizados alguns instrumentos, tais como mapa conceitual e modelagem de processos. A última pergunta 5 foi dirigida a identificar a utilidade dessas ferramentas no método de aprendizagem. O mapeamento conceitual foi um dos instrumentos considerados menos úteis.

Figura 7 – Pergunta 5 sobre a utilidade do método de aprendizagem



Diante das respostas, houve um consenso de que o método de aprendizagem colaborativa mudou a relação com o próprio aprendizado, na medida em que observaram um ganho de autonomia para um aprendizado contínuo. Entretanto, houve uma associação ao autodidatismo, que resultou em queixas sobre o método ser mais lento. Ao mesmo tempo, houve uma percepção de terem adquirido uma postura crítica em relação ao conteúdo apreendido, bem como de que a colaboração permitiu a continuidade do aprendizado sem tutoria.

REFLEXÃO:

De acordo com os componentes do Sistema de Atividade (Figura 8), o seguinte se aplica:

Sujeito	Profissionais da empresa envolvidos na implementação do BIM.
Objeto	Implementação eficaz e contínua do BIM.

Ferramentas	Planilhas para gerenciar parâmetros dos objetos e “Nomenclatura do objeto.gdoc” no Google Docs.
Regras	Práticas de compartilhamento de documentos e uso da terminologia “objeto”.
Comunidade	Profissionais da empresa, sócia, e clientes reais.
Divisão do Trabalho	Membros mais habilidosos atuando como mentores.
Resultado	Implementação bem-sucedida do BIM e autonomia crescente da equipe.

Com relação às tensões e contradições que surgem dentro do sistema de atividade, que podem ser motores de mudança e desenvolvimento, foi possível identificar tensões, dentre elas:

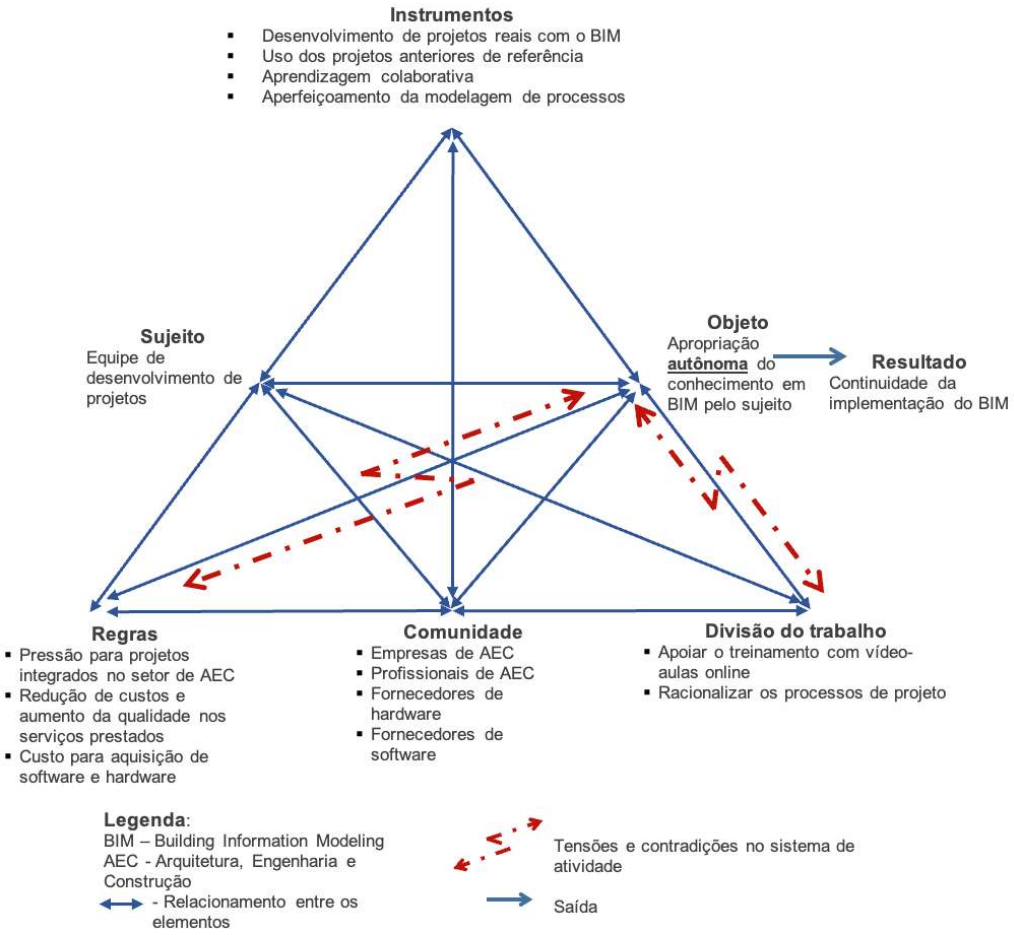
Ferramentas vs. Competências: A necessidade de desenvolver novas planilhas e utilizar ferramentas digitais avançadas pode ter inicialmente causado tensão devido à falta de competências. A prática de aprendizagem colaborativa ajudou a superar essa barreira, promovendo a aquisição de habilidades necessárias à continuidade da implementação do BIM. Como instrumentos da atividade, os profissionais utilizaram o desenvolvimento de projetos reais e de referência para aprendizagem, técnicas de aprendizagem colaborativa e o aperfeiçoamento da modelagem de processos). Desta forma, as tensões entre os instrumentos e objeto da atividade foram reduzindo-se com o aumento de autonomia.

Regras vs. Flexibilidade: A mudança de paradigma de "desenho" para "objeto" e a introdução de novos procedimentos (como o uso do Google Docs) podem ter gerado contradições. A flexibilidade para adaptar e continuamente editar esses documentos mostra como a equipe navegou essas tensões. Porém, as tensões das regras impostas por pressões do mercado mostraram-se presentes, principalmente para uma parte da equipe que desenvolve o projeto de alvenaria estrutural que preferiu continuar o projeto em 2D.

Divisão do Trabalho vs. Colaboração: A identificação de mentores dentro da equipe reflete a resolução de possíveis tensões na divisão do trabalho, garantindo que todos os membros tenham acesso ao suporte necessário para aprender e aplicar o BIM. A equipe também incorporou videoaulas on-line e a modelagem de processos na aprendizagem colaborativa.

Problemas com outras empresas e profissionais de AEC, bem como com fornecedores de software e hardware, que fazem parte da comunidade na Análise do Sistema de Atividade, não foram relatados como fontes de tensão. No entanto, os custos de aquisição de software e hardware ainda são críticos, especialmente frente à pressão por reduzir custos e aumentar a qualidade dos projetos, conforme expressam as regras do sistema de atividade.

Figura 8 – Diagrama de Análise do Sistema de Atividade para continuidade da implementação do BIM.



Fonte: Os autores.

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O engajamento do indivíduo na relação estímulo-resposta é um dos princípios da ação mediada de Vigotski [36]. Essas ligações simbólicas permitem a construção de novas estruturas psicológicas que levam ao aprendizado. A "natureza" cultural humana é central na teoria de Vigotski, expandindo-se para a atividade mediada por instrumentos culturais e sociais, induzindo mudanças significativas no comportamento e nas práticas.

A revisão da literatura destacou quatro pontos cruciais: (1) a falta de profissionais qualificados para o BIM; (2) a necessidade de mudança organizacional para sua implementação eficaz; (3) a necessidade de uma abordagem de aprendizagem contínua; e (4) a ausência de pesquisas sobre a descontinuidade da implementação do BIM. Este estudo procurou entender a relação entre a aprendizagem colaborativa de tecnologias e processos BIM e a continuidade da implementação, analisando uma pequena empresa de engenharia após um treinamento com técnicas colaborativas.

A resistência à mudança é uma barreira significativa identificada na literatura [37][38]. A ação mediada de Vigotski sugere que a mudança requer a internalização de novos conceitos, realizada através de ferramentas culturais e sociais, como softwares de modelagem, videoaulas on-line e modelagem de processos. Durante o grupo focal, a equipe utilizou o aplicativo Mural para compartilhar respostas e debater percepções, facilitando a aprendizagem e promovendo uma postura crítica contínua.

O ganho de autonomia individual e coletivo é crucial para a apreensão do conhecimento. Os participantes relataram que passaram a buscar ativamente novos conhecimentos e questionar práticas estabelecidas, resultado direto do processo de aprendizagem colaborativa. A análise mostrou que, embora a aprendizagem colaborativa tenha sido eficaz, desafios como frustração relacionada a expectativa por métodos expositivos (tradicionais) "mais" rápidos, o tempo de aprendizagem "mais" demorado pela abordagem colaborativa e os altos custos de BIM software e hardware (mediadores chave) ainda persistem.

Os resultados indicam que a aprendizagem colaborativa pode efetivamente permitir a continuidade da implementação do BIM. No entanto, novos estudos são necessários para aprofundar as teorias e fornecer mais evidências. A pesquisa contribui significativamente para o conhecimento ao demonstrar que a aplicação de métodos colaborativos não só facilita a internalização de novas práticas, mas também promove uma postura crítica e autônoma entre os profissionais. Este estudo oferece uma base para futuros trabalhos que busquem explorar a continuidade e eficácia da implementação do BIM em diferentes contextos organizacionais.

A integração dos conceitos de Vigotski e da Teoria da Atividade oferece uma compreensão abrangente das dinâmicas envolvidas na implementação do BIM. Promover a aprendizagem colaborativa e enfrentar as tensões do sistema de atividade são passos essenciais para avançar na eficácia da implementação do BIM nas organizações (principalmente micro e pequenas empresas). A pesquisa não apenas valida a eficácia da aprendizagem colaborativa no contexto do BIM, mas também propõe uma estrutura teórica robusta para analisar e superar as barreiras à mudança organizacional, oferecendo contribuições para o gerenciamento de projetos e a formação contínua de profissionais no setor de AEC.

ÉTICA EM PESQUISA

A pesquisa passou por um Comitê de Ética em Pesquisas (CEP), cujos documentos detalhados e dados estão disponíveis em local seguro, sob a guarda dos pesquisadores responsáveis.

REFERÊNCIAS

[1] CHAREF, R.; EMMITT, S.; ALAKA, H.; FOUCHAL, F. Building Information Modelling adoption in the European Union: An overview. **Journal of Building Engineering**, v. 25, n. October 2018, 2019.

[2] CHEN, K. **A strategic decision-making framework for organisational BIM implementation**. 2015. Cardiff School of Engineering, Cardiff, 2015.

[3] OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M. Building information modelling and project information management framework for construction projects. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 1, p. 53–75, 2019.

[4] BADRINATH, A. C.; CHANG, Y. T.; HSIEH, S. H. A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization. **Visualization in Engineering**, v. 4, n. 1, p. 1–17, 2016.

[5] BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista Introdução de Modelagem da Informação da Construção**. 2015. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

[6] COMISKEY, D.; MCKANE, M.; JAFFREY, A.; WILSON, P.; MORDUE, S. An analysis of data sharing platforms in multidisciplinary education. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 4, p. 244–261, 2017.
CRUZ, Marcio de Oliveira; CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy; RUSCHEL, Regina Coeli. A INCORPORAÇÃO DE BIM NO ENSINO DO CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 2, 2017. p. 117–134.

[7] GOHN, M. D. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 14, n. 50, p. 27–38, 2006.

[8] GOHN, M. D. G. Introdução. *Em*: **Educação Não-Formal no Campo das Artes**. São Paulo: Cortez, 2015. p. 15–28.

[9] MADDOCKS, A. P.; SHER, W. D.; WILSON, A. A Web-based personal and professional development tool to promote lifelong learning withing the construction industry. **Educational Technoogy and Society**, v. 3, n. 1, p. 77–83, 2000.

[10] SIMPSON, M.; CARLTON, D. Upskilling: Briefing paper. Reino Unido: UK BIM Alliance, 2019.

[11] SIMPSON, M.; UNDERWOOD, J.; CARLTON, D.; KNOWLEDGE, D.; AKSENOVA, G.; MOLLASALEHI, S. **Evolve or Die: Transforming the productivity of Built Environment Professionals and Organisations of Digital Built Britain through a new, digitally enabled ecosystem underpinned by the mediation between competence supply and demand Pedagogy and Upskill**ing DBB Network Report. Londres: Centre for Digital Built Britain, 2019.

[12] ARROTÉIA, A. V.; FREITAS, R. C.; MELHADO, S. B. Barriers to BIM Adoption in Brazil. **Frontiers in Built Environment**, v. 7, n. March, p. 1–12, 2021.

[13] SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. A review of Building Information Modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 21, n. January 2017, p. 479–503, 2016.

[14] DAINTY, A.; LEIRINGER, R.; FERNIE, S.; HARTY, C. BIM and the small construction firm: a critical perspective. **Building Research and Information**, v. 45, n. 6, p. 696–709, 2017.

[15] HONG, Y.; HAMMAD, A. W. A.; SEPASGOZAR, S.; AKBARNEZHAD, A. BIM adoption model for small and medium construction organisations in Australia. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 2, p. 154–183, 2019.

[16] LOCH, C. H.; HUBERMAN, B. A. Punctuated-equilibrium model of technology diffusion. **Management Science**, v. 45, n. 2, p. 160–177, 1999.

[17] FERNANDES, A.; GUIMARÃES, F. R.; BRASILEIRO, M. do C. E. **O fio que une as pedras: a pesquisa interdisciplinar na pós-graduação**. São Paulo: Ed. Biruta, 2002. 162 p.

[18] VIGOTSKI, L. S. Internalização das funções psicológicas superiores. *Em*: **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2007a. p. 51–58.

[19] YAMAGATA-LYNCH, L. C. **Activity systems analysis methods: Understanding complex learning environments**. Nova York: Springer London, 2010. 1–148 p.

[20] VIGOTSKI, L. S. Internalização das funções psicológicas superiores. *Em*: **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2007a. p. 51–58.

[21] YAMAGATA-LYNCH, L. C. **Activity systems analysis methods: Understanding complex learning environments**. Nova York: Springer London, 2010.

[22] ENGESTRÖM, Y. Learning by Expanding: Origins, Applications, and Challenges. *Em*: **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019a.

[23] ENGESTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, v. 14, n. 1, p. 133–156, 2001.

[24] ENGESTRÖM, Y. Learning by Expanding: Origins, Applications, and Challenges. *Em*: **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019a.

[25] ZOMER, T.; NEELY, A.; SACKS, R.; PARLIKAD, A. Exploring the influence of socio-historical constructs on BIM implementation: an activity theory perspective. **Construction Management and Economics**, v. 39, n. 1, p. 1–20, 2 jan. 2021.

[26] BOULTON, C.; LAMB, K. **Capability Framework and Research Agenda for a Digital Built Britain**. Londres: Centre for Digital Built Britain, 2019.

[27] SMITH, P. BIM Implementation – Global Strategies. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 482–492, 2014.

[28] ALRESHIDI, E.; MOURSHED, M.; REZGUI, Y. Factors for effective BIM governance. **Journal of Building Engineering**, v. 10, n. July 2016, p. 89–101, 2017.

[29] RUSSELL, D.; CHO, Y. K.; CYLWIK, E. Learning opportunities and career implications of experience with BIM/VDC. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, v. 19, n. 1, p. 111–121, 2014.

[30] OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, n. January, 2019. p. 413–431.

[31] LEE, S.; YU, J. Discriminant model of BIM acceptance readiness in a construction organization. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 21, n. 3, p. 555–564, 2017.

[32] LOCH, C. H.; HUBERMAN, B. A. Punctuated-equilibrium model of technology diffusion. **Management Science**, v. 45, n. 2, p. 160–177, 1999.

[33] BROWN, S.; EISENHARDT, K. M. The Art of Continuous Change: Linking Complexity Theory and Time-Paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations Author (s): Shona L . Brown and Kathleen M. Eisenhardt Published by: Sage Publications , Inc . on behalf of the Johnson Graduate S. **Administrative Science Quarterly**, v. 42, n. 1, p. 1–34, 1997.

[34] HANELT, A.; BOHNSACK, R.; MARZ, D.; ANTUNES MARANTE, C. A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change. **Journal of Management Studies**, v. 58, n. 5, p. 1159–1197, 2021.

[35] TRAD, L. A. B. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 3, p. 777–796, 2009.

[36] VIGOTSKI, L. S. Internalização das funções psicológicas superiores. *Em*: **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2007a. p. 51–58.

[37] ALRESHIDI, E.; MOURSHED, M.; REZGUI, Y. Factors for effective BIM governance. **Journal of Building Engineering**, v. 10, n. July 2016, p. 89–101, 2017.

[38] BOULTON, C.; LAMB, K. **Capability Framework and Research Agenda for a Digital Built Britain**. Londres: Centre for Digital Built Britain, 2019.