

A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO SISTEMA DE ENSINO STEM/STEAM
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL SISTEMA DE ENSEÑANZA STEM / STEAM
KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE STEM/STEAM TEACHING SYSTEM

Flávia Dantas de Azevedo TEIXEIRA¹
Flávio BORTOLOZZI²
Iara Carnevale de ALMEIDA³
Yasminn Talyta Tavares ZAGONEL⁴

RESUMO: A educação STEAM (“*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*”, em português “Ciências, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática”) pretende cultivar cidadãos alfabetizados no modelo através da capacitação dos alunos com conhecimentos, habilidades e valores para o século 21. A Gestão do Conhecimento (GC) oferece recursos para viabilizar essas conexões entre disciplinas e docentes. Este estudo tem como objetivo geral analisar a possibilidade dos ambientes Ba (físico e virtual) serem mediados pela GC. A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, através de modelo hipotético-dedutivo com coleta de dados via revisão da literatura. Como resultado, apresenta-se uma análise sobre as possibilidades dos ambientes físico e virtual serem mediados pela GC, onde constatou-se a importância de se estabelecer um ambiente propício para criação e compartilhamento do conhecimento. Além disso, deve-se aplicar métodos eficientes e sistemáticos para gerenciar o conhecimento dentro da organização de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: STEAM. STEM. Educação. Gestão do conhecimento.

RESUMEN: *El objetivo de la educación STEAM ("Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas") es formar modelos de ciudadanos alfabetizados dotando a los estudiantes de conocimientos, habilidades y valores para el siglo XXI. La Gestión del Conocimiento (GC) ofrece recursos para posibilitar estas conexiones entre disciplinas y profesores. Este estudio pretende analizar la posibilidad de que los entornos Ba (físicos y virtuales) estén mediados por la KM. La investigación es de naturaleza aplicada, con enfoque cualitativo, mediante modelo hipotético-deductivo con recogida de datos a través de revisión bibliográfica. Como resultado, se presenta un análisis sobre las posibilidades de los ambientes físicos y virtuales de ser mediados por la GC, donde se constató la importancia de establecer un ambiente propicio para*

1 Universidade Cesumar (UNICESUMAR), Maringá – PR – Brasil. Mestrado em Gestão do Conhecimento. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3951-5514>. E-mail: flaviadantas@teracom.com.br

2 Universidade Cesumar (UNICESUMAR), Maringá – PR – Brasil. Professor aposentado. Doutorado em Engenharia de Sistemas Informática (UTC/França). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0517-1127>. E-mail: flaviobortolozzi53@gmail.com

3 Universidade Cesumar (UNICESUMAR), Maringá – PR – Brasil. Professora e bolsista do Programa Produtividade em Pesquisa (ICETI). Pós-Doutorado (UFRGS). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3587-3883>. E-mail: iara.carnevale.almeida@gmail.com

4 Universidade Cesumar (UNICESUMAR), Maringá – PR – Brasil. Mestranda em Gestão do Conhecimento nas Organizações. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4619-8695>. E-mail: yaszagonel@gmail.com

la creación y compartición del conocimiento. Además, deben aplicarse métodos eficaces y sistemáticos para gestionar el conocimiento dentro de la organización educativa.

PALABRAS CLAVE: STEAM. STEM. Educación. Gestión de conocimiento.

ABSTRACT: STEAM education ("Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics" in Portuguese, "Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics") aims to cultivate model-literate citizens by empowering students with knowledge, skills and values for the century. 21. Knowledge Management (KM) offers resources to enable these connections between disciplines and professors. This study has as general objective to analyze the possibility of the Ba environments (physical and virtual) to be mediated by the GC. The research is applied in nature with a qualitative approach through a hypothetical-deductive model with data collection via literature review. As a result, an analysis is presented on the possibility of physical and virtual environments being mediated by the KM, where the importance of establishing an environment conducive to the creation and sharing of knowledge was verified. In addition, efficient and systematic methods must be applied to manage knowledge within the teaching organization.

KEYWORDS: STEAM. STEM. Education. Knowledge management.

Introdução

O crescimento econômico e o desenvolvimento social estão relacionados às habilidades da população: uma das metas de desenvolvimento do conhecimento na educação deve ser que todos os jovens alcancem, pelo menos, uma base para o trabalho, não apenas para que tenham acesso à educação tradicional (LUDGER, 2015). Além disso, o Fórum Econômico Mundial menciona a importância de capacitar as pessoas para que tenham habilidades para o atual mundo dos negócios, tais como: resolução de problemas, gestão humana e inteligência emocional (SOFFEL, 2016). Por consequência, detecta-se que a proposta STEAM tem sido aplicada nas esferas acadêmica, política e econômica. Salienta-se que o termo STEAM é acrônimo do termo em inglês, que significa *Science* (Ciências), *Technology* (Tecnologia), *Engineering* (Engenharia), *Art* (Arte) e *Mathematics* (Matemática). Entender esse mundo de diversidade torna-se relevante para garantir competitividade global.

Referente ao setor da educação, Kuenzi (2008) e Sanders (2009) salientam que o STEAM é um movimento educacional marcante. Além disso, detecta-se que na Educação STEM/STEAM, os professores têm grande responsabilidade na análise, desenvolvimento e implementação de seus objetivos curriculares. No entanto, a ausência de uma linguagem clara e processual para descrever a prática de ensino, que deve ser desenvolvida pelos seus alunos, limita como estes professores podem capturar e acumular o seu conhecimento profissional para

assim analisar, compreender e recapitular os sucessos e os fracassos durante os processos de aprendizagem dos seus alunos. Salienta-se aqui a importância de coletar as informações para, posteriormente, poder compartilhar as experiências de forma comparativa, analítica e cumulativa, que permita o aprimoramento das práticas pedagógicas.

De acordo com Servin (2005), a Gestão do Conhecimento (GC) vem contribuir com o processo de construção e alavancagem do conhecimento, compreendendo todas as suas fases, atuando para aperfeiçoar o acesso e o uso de recursos, aplicando métodos eficientes e sistemáticos para gerenciar o conhecimento dentro da organização. Espaços (ou ambientes) Ba, conforme Tonin (2018), provêm um contexto adequado para a criação contínua de novos conhecimentos.

O conceito de Ba foi originalmente proposto pelo filósofo japonês Kitaro Nishida e foi desenvolvido por Shimizu. ‘Ba’, que na língua japonesa é representado pelo kanji 場, cujo significado é o radical para ‘lugar’, é aqui definido como um contexto compartilhado no qual o conhecimento é compartilhado, criado e utilizado. Na criação de conhecimento, Ba fornece a energia, qualidade e local para realizar as conversões individuais e para que o sujeito percorra a espiral do conhecimento. Ba é um lugar onde a informação é interpretada para se tornar conhecimento (NONAKA *et al.*, 2000). Além disso, salienta-se que todo participante em um espaço Ba não pode ser mero espectador, ele deve estar empenhado, por meio da ação e da interação, de forma a ser um protagonista.

Este estudo pretende, portanto, analisar a possibilidade dos ambientes Ba (físico e virtual) serem mediados pela GC.

Metodologias

Este estudo é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, desenvolvido por meio de pesquisa exploratória. A natureza aplicada, conforme Prodanov e Freitas (2013), envolve interesses locais, gerando conhecimento que possibilite a aplicação prática a fim de resolver problemas. A abordagem qualitativa, conforme Denzin e Lincoln (2006, p. 17), envolve o “estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos, [...] que descrevem momentos e significados rotineiros e problemáticos na vida dos indivíduos”. Para Creswell (2010), é um meio para entender e explorar o significado de um problema social ou humano, por grupos ou indivíduos. Este autor indica que se baseia em concepções filosóficas, investigação, métodos de coletas, interpretação e análise dos dados de texto e imagem. Além

disso, esse mesmo autor salienta que, a partir de um estilo indutivo, tem-se o foco na importância da interpretação da complexidade de dada situação e no significado individual.

A pesquisa exploratória, conforme Prodanov e Freitas (2013), permite planejamento flexível, que possibilita olhar o tema por vários aspectos e ângulos, envolver o levantamento bibliográfico e a análise de exemplos que estimulem a compreensão. Este estudo segue a proposta metodológica de Quivy e Campenhoudt (1995), tal que, a partir de pesquisas bibliográficas e leitura dos textos, a sistematização de ideias oriundas de leituras permite ao pesquisador perceber aspectos de uma questão inicial resultante de leituras e/ou experiências.

Salienta-se a exploração do tema de forma eficaz, a qual direciona o pesquisador, naturalmente, à elaboração do problema, e o objetivo não consiste em validar ideias preconcebidas, mas sim, descobrir outras ideias. Estes mesmos autores indicam que o processo de elaboração da pesquisa científica tem três eixos centrais: (1) ruptura – consiste em romper tanto com lógicas tradicionais e pré-estabelecidas quanto com falsas evidências que dão ilusão do entendimento do objeto a ser pesquisado; (2) construção – possibilita que a lógica, que se supõe ser a base do estudo, possa ser expressa via construção de proposta explicativa do objeto do estudo: sem esta construção teórica não há pesquisa válida; e (3) constatação ou experimentação – possibilita que a proposta de pesquisa seja verificada a partir de informações da realidade.

Desenvolvimento

Esta seção apresenta as sete etapas de Quivy e Campenhoudt (1995): formulação da questão inicial, exploração da questão inicial, elaboração da problemática, construção de um modelo de análise, coleta de dados, análise das informações, e conclusões.

Etapa 1 - Formulação da questão inicial

A temática escolhida relaciona a Gestão do Conhecimento com o sistema de ensino STEAM. Se há um consenso acerca das consequências sociais do maior acesso à informação é o de que a educação e o aprendizado permanente tornam-se recursos essenciais para o bom desempenho no trabalho e no desenvolvimento pessoal. Embora o aprendizado seja mais amplo que a educação, as escolas ainda têm muito a fazer com relação ao sistema de ensino.

O sistema de ensino STEAM vem avançando e conquistando lugar entre as grandes nações e suas políticas educacionais para o desenvolvimento da autonomia e o protagonismo

do cidadão, fomentando um conjunto de habilidades muito úteis através da aprendizagem com temas transversais entre as disciplinas para solução de problemas reais.

Para que esse processo ocorra de forma eficaz, a GC promove a criação e o compartilhamento do conhecimento entre as disciplinas que englobam o sistema de ensino STEAM com intuito de um aprendizado efetivo e o desenvolvimento de habilidades multi e interdisciplinares do indivíduo, pois o aluno necessita de um amplo desenvolvimento, que o capacite para o mundo em constante evolução.

Portanto, tem-se como questão inicial deste estudo: “Quais são as práticas implementadas pela Gestão do Conhecimento que podem auxiliar os processos de ensino e de aprendizagem no sistema de ensino STEAM?”.

Etapa 2 - Exploração da questão inicial

Conforme Neuman (1997), os estudos exploratórios são utilizados para investigar um novo tema de pesquisa, podendo, em muitos casos, apresentar-se como o primeiro estágio de um conjunto de etapas do estudo. Além disso, Saunders *et al.* (2009) salientam que os estudos exploratórios são desenvolvidos primordialmente por meio de pesquisas bibliográficas, com denso diagnóstico na literatura.

Etapa 3 - Elaboração da problemática

Após a etapa de exploração, a questão inicial foi refinada para a seguinte problematização: “Como a Gestão do Conhecimento pode colaborar nos processos de ensino e aprendizagem na Educação STEM, STEAM e Maker?”.

Etapa 4 - Construção de um modelo de análise

Esta etapa segue o método hipotético-dedutivo proposto por Quivy e Campenhoudt (1995). Inicia com um problema (ou lacuna no conhecimento) científico, segue pela formulação de hipóteses e, na sequência, por um processo de inferência dedutiva que testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela referida hipótese. Baseia-se em pesquisa bibliográfica sobre a temática e temas relacionados com: práticas e ferramentas de GC; ciclo do conhecimento; e aplicação do sistema de ensino STEAM em escolas que adotaram este sistema. Para tal, foram definidas (i) Palavras-chaves: “Gestão do Conhecimento”, “STEM”, “STEAM”,

“educação STEM”, “educação STEAM”, “TICS” e “ensino Maker”; (ii) Bases de dados científicas: Periódicos Capes, *Springer Open*, *Dimensions*, *Directory of Open Access Journals*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) da Capes e *Google Acadêmico*; e (iii) Critérios de inclusão: considerar artigos completos publicados em anais de conferência, dissertações, teses e periódicos (nacionais ou internacionais), durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2020, que referenciam estratégias e variáveis para o ensino STEM/STEAM.

Etapa 5 - Coleta de dados

Para seleção de estudos foram aplicados os critérios de inclusão, em três triagens: leitura do título, resumo e palavras-chave; leitura na íntegra do artigo; e, finalmente, aderência ao tema. Nesta altura, alguns pontos foram evidenciados: o termo STEM refere-se, na literatura médica, a um tipo de célula (em inglês, *stem cell*); GC ainda é um tema novo e, por isso, quando pesquisado juntamente com o termo STEM, não resultaram muitos artigos.

Foram encontradas muitas menções e estudos ao buscar pelas palavras-chave “STEM” e “Maker”, tais como oportunidades de acessibilidade, equidade de gênero e classe proporcionados pelo movimento Maker. Buscando pelos termos “STEM-Maker”, houve muitas ocorrências sobre Makerspaces em bibliotecas. Buscando pelos termos “TICS” e “STEM”, houve resultados na área médica onde as siglas referem-se, respectivamente, a *Tumour-initiating cells* e células-tronco.

Oteve-se maior êxito quando foi realizada busca em revistas internacionais especializadas, maioritariamente em publicações norte-americanas. Isto se justifica dado que o Ensino STEAM originou-se nos Estados Unidos. Foram encontrados conteúdos referentes às políticas educacionais dedicadas à introdução da alfabetização STEAM no *STEM Center da Fundação International Technology and Engineering Educators Association - ITEEA*⁵

Utilizou-se também o *Google Alert* com as palavras-chaves: “STEM”, “STEAM”, “Educação STEAM”, “Educação STEM” e “Maker”. Por consequência, recebeu-se indicação de notícias, referências de *blogs* e *sites* especializados, tais como: STEAM Edu⁶, STHEM Brasil⁷, Maker Ed⁸ e FabLearn⁹.

⁵ Disponível em: <https://www.iteea.org/STEMCenter.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2022.

⁶ Disponível em: <https://steamedu.com>. Acesso em: 10 jan. 2022.

⁷ Disponível em: <https://www.sthembrasil.com>. Acesso em: 10 jan. 2022.

⁸ Disponível em: <https://makered.org/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

⁹ Disponível em: <https://fablearn.org>. Acesso em: 10 jan. 2022.

Em *sites* de notícias pode-se acompanhar a relevância e o impacto do Ensino STEAM em nível mundial. Salienta-se que foram realizadas buscas em *blogs* e redes sociais (*Facebook*, *LinkedIn* e *Instagram*), que permitiram localizar professores especialistas no ensino STEAM e, por consequência, efetuar trocas de informações e percepções sobre este tema.

Etapa 6 - Análise das informações

A interação entre análise, hipóteses do problema de pesquisa e coleta de dados vai, invariavelmente, remeter à verificação ou, ao menos, à reflexão sobre a construção do modelo de análise (pertinência e coerência), como a coleta de dados (pertinência e rigor).

Etapa 7 - Conclusões

De acordo com Quivy e Campenhoudt (1995, p. 247-253), a conclusão de um trabalho de pesquisa comporta três partes: (1) Síntese das grandes linhas de pesquisa - momento de produção do texto, sendo necessário apresentar o problema da pesquisa, isto é a questão inicial em sua formulação final; apresentar as características principais do modelo de análise, em especial, as hipóteses; apresentar a coleta de dados, os métodos escolhidos e a coleta das informações realizadas; comparar os resultados esperados pela hipótese com os resultados obtidos e realizar uma breve descrição das principais distâncias encontradas entre ambos; (2) Novos aportes do conhecimento produzido - podem ser de dois tipos: (a) novos conhecimentos produzidos relativos ao objeto - são aqueles que podem ser evidenciados respondendo a duas questões: “O que sei a mais sobre o objeto de análise?” e “O que sei além do objeto de análise?”. Quanto mais o pesquisador se distancia das ideias preconcebidas do conhecimento corrente e se preocupa com a problemática, maiores são as chances de que o novo conhecimento produzido, relativo ao objeto, traga suas contribuições; e (b) novos conhecimentos teóricos para aprofundar o conhecimento sobre um domínio concreto da realidade - o pesquisador define a problemática e elabora um modelo de análise constituído de hipóteses e conceitos. Ao longo do trabalho, o domínio concreto vai sendo explicado, como também a pertinência do problema e o modelo de análise são testados. Dessa forma, um trabalho de pesquisa deve proporcionar a avaliação da problemática e do modelo de análise. A ótica aqui é a transformação; e (3) Perspectivas práticas - o pesquisador pretende que seu estudo contribua com a sociedade. Contudo, raramente a conclusão de uma pesquisa leva a uma aplicação prática clara e indiscutível. Vários pesquisadores esperam resultados práticos e que constituam guias de

intervenções para ações e decisões, mas, via de regra, a relação entre pesquisa e ação não é assim tão direta.

Resultados e discussões

Detecta-se que o sistema de ensino STEAM vem avançando e, cada vez mais, conquistando lugar entre as grandes nações e suas políticas educacionais para o desenvolvimento da autonomia e o protagonismo do cidadão, fomentando um conjunto de habilidades muito úteis através da aprendizagem com temas transversais entre as disciplinas para solução de problemas reais. Para que esse processo seja aprimorado, detecta-se que a GC promove a criação e o compartilhamento do conhecimento entre as disciplinas que englobam o sistema de ensino STEAM com intuito de um aprendizado efetivo e o desenvolvimento de habilidades multi e interdisciplinares do indivíduo, pois o aluno necessita de um amplo desenvolvimento, que o capacite para o mundo em constante evolução. Ressalta-se que o STEAM apoiado por métodos e ferramentas da GC, como todas as outras técnicas de ensino, ficam submetidas às concepções de *home*, mundo, escola, educação, entre outros que acabam por fundamentar as práticas pedagógicas. Se essas concepções forem tradicionais, qualquer técnica não vai mudar os processos de ensino e aprendizagem, e os resultados irão permanecer com os conhecimentos transmitidos pelos professores e assimilados pelos alunos.

É comum entre os autores que discorrem sobre GC encontrar menção dos três pilares da GC: pessoas, processos e tecnologia. Segundo Dalkir (2011), pode ser comparada à arte, devido a sua abordagem multidisciplinar.

Assim, incorporar as potencialidades das novas tecnologias aliadas ao processo de construção de conhecimentos com o desenvolvimento dos sentidos emocionais do aluno pode contribuir para uma melhor dinâmica no processo de desenvolvimento da vida individual e social do cidadão, sob a perspectiva da cidadania global.

Para um compartilhamento eficaz do conhecimento, a GC conta com algumas ferramentas a serem adotadas visando sua implementação e manutenção. Nonaka (2008) dizem que o conhecimento necessita de um lugar onde a informação receba significado através da interpretação para se tornar conhecimento; define então Ba como um contexto compartilhado em movimento, onde o conhecimento é criado, compartilhado e utilizado. Para compreender como as organizações criam o conhecimento nessa dinâmica, Nonaka *et al.* (2000) propõem um modelo de criação do conhecimento com três elementos. Ou seja, Ba é o tempo e o espaço,

são interações que ocorrem em um tempo e local específicos e pode ser físico, virtual, mental ou uma combinação de todos esses processos.

A criação e compartilhamento eficazes do conhecimento dependem de um contexto promotor, um espaço compartilhado que favorece as relações entre os membros. Um Ba deve proporcionar uma linguagem compartilhada, acessível, que garanta uma boa comunicação (NONAKA, 2008). Nesse contexto “Ba” os indivíduos se reúnem, se encontram e se comunicam. A partir do encontro e da comunicação mútua, o indivíduo compartilha seus próprios conhecimentos e adquire novos conhecimentos em um processo contínuo em que vai se aprimorando uma espiral do conhecimento, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Representação conceitual do Ba



Fonte: Nonaka *et al.* (2000)

Para Buunk *et al.* (2018), os tipos de Ba que podemos encontrar no espaço virtual são:

a) socialização (*Originating*) Ba - um espaço existencial no qual os usuários podem compartilhar suas experiências através de um processo de socialização; b) internalização (*Exercising*) Ba - um espaço que é usado para compartilhar conhecimento e habilidades através de um processo de externalização; c) externalização (*Dialoguing*) Ba - um espaço no qual a absorção do novo conhecimento acontece através de um processo de internalização; e d) combinação (*Systemizing*) Ba - espaço virtual para atividades como *networking*, colaboração e obtenção de consenso *online*.

Ademais, Sanders (2012) afirma que a educação integrativa na abordagem pedagógica STEAM permite estabelecer experimentos numa ecologia de aprendizagem no contexto de autêntica solução de problemas baseada em projetos de tecnologia/engenharia. Trata-se de uma reflexão mais ampla da proposta de educação e desenvolvimento do protagonismo do aluno,

sob a perspectiva da GC e, ainda, imersa na cultura maker, estimulando a autonomia do aluno enquanto cidadão global, consciente e responsável.

A educação STEAM é, portanto, uma pedagogia inovadora que apresenta uma enorme oportunidade com o estabelecimento de uma ampla gama de conjecturas em uma aprendizagem situada no contexto do design tecnológico/de engenharia, baseada na resolução de problemas, melhorando o interesse, a compreensão e as habilidades dos alunos em cada uma das disciplinas STEAM (MARTIN, 2015; SANDERS, 2012).

Embora muitos desconsiderem a possibilidade dessa interdisciplinaridade entre as áreas STEAM, o fato é que há convergência entre as áreas em projetos que nos deparamos cotidianamente e se desenvolvem há muito tempo em colaboração. Essa sinergia foi evidenciada em grandes pensadores como o lendário Leonardo Da Vinci, que acumulava habilidades e competências de diferentes áreas, como: Ciências, Matemática, Engenharia, invenções, anatomia, pintura, escultura, arquitetura, botânica, música e literatura.

Na abordagem metodológica proposta pelo STEAM está implícita a integralidade, através da multi e interdisciplinaridades. A amplitude desta proposta pode causar certo desconforto aos adeptos da educação verticalizada e tradicional, pois ela invoca a visão holística sobre a situação, não dando espaço para a unilateralidade instrucionista e técnica, conforme Ortiz-Revilla *et al.* (2018). Entretanto, não há dúvidas de que a contemporaneidade elucida uma latente necessidade por amplitude em todas as esferas, a transposição de barreiras e fronteiras do conhecimento, margeado pelo método que legitimou o aprendizado. Além disso, a sociedade contemporânea é cada vez mais digital, cada vez mais móvel e conectada, não há como pensá-las senão fazendo parte das atividades pedagógicas e curriculares da sala de aula (BLIKSTEIN; VALENTE; MOURA, 2020).

As preocupações de que a proficiência STEAM esteja diminuindo em alguns países como os EUA e se intensificando em outras nações, como China, apontam para uma ameaça no futuro da liderança econômica e científica entre as nações. Para manter a soberania sobre os rivais, desapontará a nação que atingir um alto nível de aptidão e compreensão científica e de engenharia, não apenas projetistas, mas também de produtores e peritos em tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), cibernética, tecnologia quântica, robótica, armas hipersônicas e até mesmo impressões 3D.

A política educacional tem alto peso em um país e é retratada na formação de uma população qualificada, preparada para o desenvolvimento e produtividade. Vale destacar a complexidade da política educacional que perpassa da adesão até a evasão dos alunos.

Há importantes estudos que indicam como a tecnologia, usada de maneira intencional, pode contribuir para um aprendizado efetivo dos alunos. Em situações em que se associa o uso de tecnologia com pedagogias baseadas em investigação, há efeito positivo, principalmente na aprendizagem das crianças, e há melhor desempenho em dispositivos móveis e *softwares* específicos (SUNG *et al.*, 2016).

O conhecimento disponibilizado de forma organizada contribui para um melhor desempenho, conectando pessoas a outras pessoas, entregando conteúdo aos atores envolvidos de forma acessível, permitindo a associação entre disciplinas e formação de competências técnica e profissional. Outro ponto importante é validar e mensurar o conhecimento adquirido, dessa forma avaliar se foi alcançado o objetivo da realização daquela atividade para a disciplina envolvida (O'DELL; HARPER, 2020).

Conforme visto em Choo (2003) e Davenport e Prusak (1998), o conhecimento se baseia no acúmulo de experiência, na atribuição de significado, e através do processo do ciclo do conhecimento as informações e percepções experimentadas por meio das práticas Maker e da inter e multidisciplinaridade do STEM/STEAM são convertidas em conhecimento.

De acordo com Choo (2003), a GC une três processos estratégicos para o STEAM: a criação de significado, a construção do conhecimento e a tomada de decisões. Além disso, conforme Nonaka *et al.* (2000), há de se considerar o contexto apropriado, propício à criatividade, inovação e aprendizagem, onde a informação é interpretada para se tornar conhecimento.

O lugar de criação e compartilhamento do conhecimento é fator decisório no processo de GC. O conhecimento não pode ser separado do Ba, pois, do contrário, torna-se informação. A informação reside na mídia e é tangível, ao passo que o conhecimento reside no Ba e é intangível. Dessa forma, ao evidenciarmos o Ba, favorecemos a conversão da informação para conhecimento.

O Quadro 1 apresenta a multidisciplinaridade para o compartilhamento do conhecimento proposto pelo STEAM com a utilização das práticas de Gestão do Conhecimento e relacionando com os quatro modos de conversão do conhecimento propostos por Nonaka e Takeuchi (2008), identificando os tipos de Ba (BUUNK *et al.*, 2018), como o ambiente promove o conhecimento e quais são seus processos de gestão.

Quadro 1 – Gestão do Conhecimento sob perspectiva do Processo de ensino

Práticas de GC	Ferramentas de GC	Ba
Processo de Ensino		
Análise - Identificação e compartilhamento do conhecimento por especialistas		
Narrativas e Localizador de Especialistas; Comunidades de Prática ou Redes Técnicas: os professores se reúnem em grupo - podendo ser presencial ou virtualmente - em que compartilhem as atividades aplicadas e as percepções sobre outras oportunidades para explorar o conhecimento com aquela atividade. Compartilhar experiências, ideias, melhores práticas e aprender mutuamente sobre aplicação da abordagem STEAM em suas aulas, também apontar lacunas de outras áreas percebidas para o êxito da atividade. O compartilhamento do aprendizado e conhecimento auxilia os novatos na aquisição de competências e o desenvolvimento de habilidades em menos tempo. Também podem estabelecer padrões e instruções a respeito dos conteúdos, permitindo uma entrega de alta qualidade, além de fomentar inovação e o desenvolvimento de novos processos e melhorias.	Webinars, grupos ou lista de discussão em redes sociais.	Dialoguing Ba Conhecimento conceitual, os especialistas compartilham seus conhecimentos tácitos, tornando-os explícitos.
Design - Criação do conhecimento através do compartilhamento do conhecimento dos especialistas		
Mentoria técnica (Mentoring): processo de aconselhar, treinar e/ou orientar os menos experientes. Ocorre o compartilhamento do conhecimento pelo indivíduo com mais experiência enquanto há maior agilidade na aquisição do conhecimento e o desenvolvimento de competências e habilidades pelos menos experientes. Em algumas empresas são estabelecidas metas, escopo de trabalho, expectativas e objetivos de aprendizagem.	Chat, Fórum.	Systemizing Ba: Conhecimento Sistemico. O conhecimento explícito é compartilhado e combinado de maneira sistemática.
Desenvolvimento - Compartilhamento e aplicação do conhecimento		
Lições aprendidas e Revisão pós-ação: reflexão e captura de lições e práticas aprovadas para reutilização em momentos oportunos e aprimoramento do projeto e processos.	Blogs, Wikis.	Exercising Ba: Conhecimento Operacional Absorção de novos conhecimentos através do processo de internalização. O conhecimento explícito é convertido em tácito.
Implementação - Criação, armazenamento, compartilhamento e aplicação do conhecimento.		
Retenção e transferência do conhecimento: visa o compartilhamento do conhecimento tácito sobre conteúdo e processos, que visa socializar a prática aprovada entre especialistas ou experientes. Importante o uso de ferramentas para registro e armazenamento do conhecimento compartilhado.	Wikis	Originating Ba: conhecimento Compartilhado. Há o compartilhamento de experiências através do processo de socialização.
Avaliação - Criação, armazenamento, compartilhamento e aplicação do conhecimento.		
Gerenciamento Avançado de Conteúdo: processo estruturado para armazenar, disponibilizar e facilitar o acesso ao conteúdo. Ao compartilhar os critérios avaliados na atividade, o desempenho alcançado e o resultado os professores, através de pesquisa, poderão relacionar e conectar atividades para explorar melhor a atividade.	Banco de dados relacionais; pesquisa cognitiva e resultados de pesquisas.	

Fonte: Adaptado de Alarcon (2015), O'dell e Harper (2020)

Promovendo uma abordagem multidisciplinar ou integrada, a ênfase deve ser dada em fornecer aos alunos experiências de aprendizagem STEAM interdisciplinares de alta qualidade para resolverem problemas do mundo real, envolvendo o projeto de tecnologias compartilháveis e o desenvolvimento de conhecimentos tecnológicos.

A colaboração e a comunicação devem ser desenvolvidas proporcionando aos alunos oportunidades de se envolverem na resolução de problemas ou tarefas colaborativas. Os alunos

devem ser incentivados a usar ferramentas do mundo real (por exemplo, câmeras digitais e câmeras de vídeo digitais) para comunicar suas ideias. Além disso, eles devem ser encorajados a comunicar informações ou ideias de forma eficaz em vários formatos (oral, gráfico, textualmente etc.).

É importante envolver os alunos na argumentação por meio de argumentação científica e justificativa de *design*. Assim como os profissionais do STEAM, os alunos estão envolvidos na aprendizagem por meio da investigação. Nesse processo, os alunos fazem afirmações com base em evidências, ouvem as contribuições dos colegas e defendem suas afirmações usando justificativas bem fundamentadas.

A educação STEM deve incorporar práticas de profissionais STEM para desenvolver a compreensão dos alunos sobre a natureza da Ciência, da tecnologia, da Engenharia e da Matemática, que incluem investigação científica, pensamento matemático, projeto de *design* e pensamento de engenharia.

Com a intensificação do uso da tecnologia, criar um ambiente de compartilhamento do conhecimento no grupo é essencial. Elencamos práticas e ferramentas da GC (Quadro 2) que, quando aplicadas, proporcionam um ambiente propício para o conhecimento:

Quadro 2 – Gestão do conhecimento sob perspectiva do Processo de Aprendizagem

PRÁTICA DE GC	
FERRAMENTAS DE GC VIRTUAL	FERRAMENTAS DE GC FÍSICA
ESPAÇO BA	
HABILIDADES SEC. XXI	
BRAINSTORMING - os alunos trabalham em grupos, incentivando o correr risco e pensamento criativo, para gerar novas ideias e soluções; debater ideias diferentes oferece oportunidades importantes para o desenvolvimento e a compreensão mais profunda do tópico em questão, aumentando o envolvimento dos alunos.	
FÓRUM - discussões <i>online</i> revelam a complexidade dos problemas e ajudam os alunos a entender que existem várias soluções. Anônimos ou não, pode-se pedir esclarecimentos, perguntar para aprofundar a compreensão do conteúdo. Permite que os instrutores verifiquem como os alunos estão compreendendo conteúdo e onde precisam de maiores orientações. Sugestão: fórum em ambientes virtuais de aprendizagem, videoconferência e <i>chat</i> .	GRUPOS DE DISCUSSÃO PRESENCIAL - os alunos reúnem-se e discutem sobre possíveis soluções para um problema, de acordo com a realidade de cada um, compartilhando diferentes ideias. Sugestão: <i>post it</i> , quadro ou lousa.
ORIGINATING BA - Ambiente onde os alunos compartilham ideias (Ba mental) através de um processo de socialização.	
Colaboração, comunicação, criatividade, pensamento crítico, resiliência, competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania), resolução de problemas.	

REVISÃO PÓS-AÇÃO (em inglês, <i>After Action Review – AAR</i>) - após as atividades o professor pode revisar com os alunos as lições aprendidas e <i>insights</i> .	
FÓRUM - o professor cria um fórum de discussão compartilhando com os alunos os principais temas aprendidos e revisando o conteúdo.	Reunião com os alunos para revisão dos principais pontos e <i>insights</i> .
EXERCISING BA - ambiente em que os novos conhecimentos são absorvidos através do processo de internalização. O conhecimento explicitado pelo professor converte-se em tácito pelo aluno.	
Colaboração, comunicação, Alfabetização em tecnologias de informação e comunicação (TIC), competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania), resolução de problemas.	
CAFÉ DO CONHECIMENTO - com uma proposta descontraída, os alunos podem compartilhar ideias sobre um tema.	
O professor cria um grupo fechado - FB, <i>Telegram</i> ou <i>WhatsApp</i> - e os alunos compartilham ideias sobre o conteúdo.	Alunos reúnem-se em ambiente descontraído para compartilhar <i>insights</i> e conhecimentos.
SYSTEMIZING BA - ambiente em que o conhecimento explícito é compartilhado e combinado.	
Colaboração, comunicação, criatividade, pensamento crítico, resiliência, competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania).	

Fonte: Elaborado pelos autores

Considerações finais

O aporte das tecnologias no ambiente educacional amplia as possibilidades de diferentes tipos de entregas de conteúdo, promovendo a acessibilidade e considerando as diferenças entre alunos. O conhecimento passa a ser o elemento primordial das aulas, centradas nos alunos e em promover um amplo ambiente de criação e compartilhamento do conhecimento Ba. Notável também é a necessidade de uma mão de obra multifacetada para o ensino, com habilidades variadas, que consiga estabelecer relações entre áreas do conhecimento e a tecnologia. As descobertas e inovações mais transformadoras acontecem nas conexões onde as disciplinas convergem, conectam-se e são catalisadas por um sistema de educação que integra conhecimento e métodos em STEAM, exigindo que os alunos perguntem e respondam a perguntas que cruzam as fronteiras disciplinares tradicionais. Ao relacionar essa concepção com a prática pedagógica, resulta a entrega de um currículo que vai além do conteúdo individual das cinco disciplinas. Além disso, com o ambiente em si sendo convergente, pessoas com diferentes perspectivas, experiências de vida, conhecimento e entendimentos inovam e impulsionam o desenvolvimento. Os resultados deste estudo fomentam, para que os alunos se tornem alfabetizados em STEAM, que os professores de disciplinas STEAM sejam apoiados para explorar as maneiras pelas quais eles podem promover sinergia entre as atividades com

suas contrapartes STEAM, levando à criação de um conteúdo interdependente, um currículo cooperativo e simbiótico.

Importante salientar que este estudo é de natureza teórica e não levou em consideração as condições de vida e de estudo das camadas menos favorecidas, que é uma realidade vivenciada em muitas escolas brasileiras. A pesquisa objetivou por meio de levantamento bibliográfico fomentar a discussão em torno do sistema de ensino STEM/STEAM, e refletir como este sistema de ensino pode colaborar para que os processos de ensino e aprendizagem ocorram de forma mais efetiva quando for aliado à GC. Contudo, são necessários estudos para detectar como deve ser a implementação nas escolas.

Esta pesquisa permite propor, enquanto trabalho futuro, o refinamento do levantamento proposto para que este possa se adequar à realidade privada, mas, principalmente, à realidade pública das escolas. Além disso, avaliar as contribuições dessas práticas quando implementadas para melhorar o processo educacional, levando sempre em consideração a pluralidade que encontramos no cenário da educação brasileira.

REFERÊNCIAS

- ALARCON, D. F. **Diretrizes para a implantação das Práticas de Gestão do Conhecimento na Educação a Distância**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2015.
- BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J.; MOURA, E. Educação maker: Onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523-544, abr./jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/48127>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- BUUNK, I. *et al.* **Tacit knowledge sharing in online environments**: locating “Ba” within a platform for public sector professionals. 2018. Disponível em: <https://www.napier.ac.uk/~media/worktribe/output-831111/tacit-knowledge-sharing-in-online-environmentsabstract.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2019.
- CHOO, C. W. **A organização do conhecimento**: Como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. Tradução: Eliana Rocha. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução: Magda Lopes. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.
- DALKIR, K. **Knowledge management in theory and practice**. 2. ed. England: The MIT Press, 2011.

- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Working Knowledge**: How organisations manage what they know?. Harvard Business School Press, 1998.
- DENZIN, K. N.; LINCOLN, S. Y. **O planejamento da pesquisa qualitativa**: Teoria e abordagens. Tradução: Sandra Regina Netz. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- KUENZI, J. J. **Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education**: Background, federal policy, and legislative action, Congressional Research Service Reports, 2008. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/>. Acesso em: 08 jun. 2019.
- LUDGER, W. *et al.* **Competências básicas universais o que os países têm a ganhar**: O que os países têm a ganhar. Publicação da OCDE, 2015.
- MARTIN, L. The Promise of the MAKER Movement for Education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 5, n. 1, artigo 4, 2015. Disponível em: <https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol5/iss1/4/>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- NEUMAN, W. L. **Social Research Methods**: Qualitative and Quantitative Approaches. 3. ed. Boston: Allyn and Bacon, 1997.
- NONAKA, I. A empresa criadora de conhecimento. *In*: TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- NONAKA, I. *et al.* SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. **Long Range Planning**, v. 33, n. 1, p. 5-34, fev. 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024630199001156>. Acesso em: 29 jul. 2021.
- O'DELL, C.; HARPER, M. **Using knowledge-sensitive measures to evaluate km's impact in STEM disciplines**. 2020. Disponível em: <https://www.apqc.org/resource-library/resource-listing/using-knowledge-sensitive-measures-evaluate-kms-impact-stem>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- ORTIZ-REVILLA, J. La Educación STEAM y el desarrollo competencial en la Educación Primaria. *In*: GRECA, I. M.; MENESES VILLAGRÁ, J. Á. (eds.). **Proyectos STEAM para la Educación Primaria**: Fundamentos y aplicaciones prácticas, p. 41-54. Madrid: Dextra, 2018.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manuel de recherche en sciences sociales**. Paris: Dunod, 1995.
- SANDERS, M. E. Integrative STEM education as best practice. *In* H. Middleton. **Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education**, v. 2, p. 103-117, 2012.

SANDERS, M. STEM, STEM education, STEMmania. **The Technology Teacher**, v. 68, n. 4, p. 20-26, jan./dez. 2009. Disponível em: <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/51616>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SAUNDERS, M. *et al.* **Métodos de pesquisa para estudantes de negócios**. 5. ed. Inglaterra: Pearson Education Limited, 2009.

SERVIN, C. B. G. **ABC of Knowledge Management**. NHS National Library for Health: Specialist Library, 2005. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/knowledge/docs/ABC_of_KM.pdf. Acesso em: 14 jun. 2019.

SUNG, Y. T. *et al.* Os efeitos da integração de dispositivos móveis com ensino e aprendizagem no desempenho de aprendizagem dos alunos: Uma meta-análise e síntese de pesquisa. **Computers and Education**, v. 94, p. 252-275, mar. 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

TAKEUCHI, H.; NONAKA I. **Gestão do conhecimento**. Tradução: Ana Thorell. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TONIN, L. B. **A criação do conhecimento sob a perspectiva do BA na metodologia de ensino híbrido no contexto da educação superior**. 2018. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento nas Organizações) – Centro Universitário de Maringá, 2018.

Como referenciar este artigo

TEIXEIRA, F. D. A.; BORTOLOZZI, F.; ALMEIDA, I. C.; ZAGONEL, Y. T. T. A gestão do conhecimento no sistema de ensino STEM/STEAM. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. 4, p. 3009-3026, out./dez. 2022. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v17i4.15549>

Submetido em: 24/11/2021

Revisões requeridas em: 18/03/2022

Aprovado em: 07/09/2022

Publicado em: 30/12/2022

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.

Revisão, formatação, normalização e tradução.

