

UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO CONHECIMENTO
NAS ORGANIZAÇÕES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FLÁVIA DANTAS DE AZEVEDO TEIXEIRA

**A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO SISTEMA DE ENSINO
STEM/STEAM**

MARINGÁ
2021

FLÁVIA DANTAS DE AZEVEDO TEIXEIRA

**A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO SISTEMA DE ENSINO
STEM/STEAM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações da Universidade Cesumar (Unicesumar) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão do Conhecimento nas Organizações.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Bortolozzi

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ely Mitie Massuda

MARINGÁ

2021

T266g Teixeira, Flávia Dantas de Azevedo.

A gestão do conhecimento no sistema de ensino STEM/STEAM /
Flávia Dantas de Azevedo Teixeira. – Maringá-PR: UNICESUMAR, 2021.
102 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Bortolozzi.

Coorientadora: Profa. Dra. Ely Mitie Massuda.

Dissertação (mestrado) - Universidade Cesumar - UNICESUMAR,
Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações,
Maringá, 2021.

1. STEM. 2. STEAM. 3. Maker. 4. Ba virtual. 5. Educação. I. Título.

CDD – 658.4038

Biblioteca Central UniCesumar

Ficha catalográfica elaborada de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FLÁVIA DANTAS DE AZEVEDO TEIXEIRA

A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO SISTEMA DE ENSINO STEM/STEAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações da Universidade Cesumar (Unicesumar) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão do Conhecimento nas Organizações. A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Flávio Bortolozzi
Universidade Cesumar (Presidente)

Profa. Dra. Iara Carnevale de Almeida
Universidade Cesumar

Profa. Dra. Dilmeire Sant'Anna Ramos Vosgerau
Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2021.

Dedico esta dissertação a Deus, que em sua infinita bondade me permitiu sonhar, e através de meus esforços e de pessoas preciosas, realizar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (OBRIGATÓRIO PARA BOLSISTAS E PARA NÃO BOLSISTAS CF. (PORTARIA Nº 206, DE 4 DE SETEMBRO DE 2018)).

À Universidade Cesumar, pela concessão da bolsa de estudos institucional, em especial ao Pró-reitor William V. K. Matos Silva e ao Diretor Bruno do Val Jorge.

À Happy Code, escola de Ensino STEM que muito me inspirou e acolheu para conhecer melhor o Ensino STEM.

À minha mãe, Maristela, que juntamente com meu padrasto, Márcio, sempre me apoiou dando todo suporte necessário para que eu pudesse conciliar estudos, trabalho e maternidade.

Ao meu esposo, Roberto, que colaborou com amor e compreensão.

À minha valente, Valentina, filha amada e preciosa que cedeu seu tempo para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

Ao apoio e incentivo das amigas Márcia Marussi e Elizabete Neves.

Aos professores, cujas personalidades, métodos e amizades foram essenciais e contribuíram para minha formação e aperfeiçoamento – desde meus orientadores iniciais, Prof. Dr. Nelson Tenório Jr. e Prof^a Dr^a Cláudia Herrero Martins Menegassi, ao Prof. Dr. Luiz Tatto, por me apresentar o polímata Leonardo da Vinci – até meu mestre, mentor, grande apoiador e orientador, Prof. Dr. Flávio Bortolozzi, por quem tenho imenso respeito e admiração.

Meus agradecimentos também aos colaboradores da administração e secretaria do Programa de Mestrado, em especial à Márcia Sbrana. E, por último, mas não menos importante, especiais agradecimentos aos companheiros de turma dessa jornada, com menção aos amigos Denis de Oliveira, Letícia Roque, Kassia Pereira, Gabriel Strozzi, Bianca Garcia e Cátia Marcon.

“A experiência nunca falha, apenas as nossas opiniões falham, ao esperar da experiência aquilo que ela não é capaz de oferecer”

Leonardo da Vinci

RESUMO

Os termos *STEM/STEAM* apesar de acrônimos com preponderante peso, ainda não possuem muita adesão no arcabouço da Educação nacional. No entanto o mesmo não ocorre em nações que possuem forte política educacional em consonância com estratégias econômica-sociais. A Gestão do Conhecimento contribui para o melhor uso do conhecimento na inter e multidisciplinaridade do *STEM/STEAM* como valioso recurso na organização de ensino. Esse estudo visa como **objetivo** principal uma revisão da literatura em prol de colaborar com reflexões sobre a relevância da Educação *STEM/STEAM* e *Maker* e o quão possível torna-se no ambiente físico e virtual sendo mediada pela Gestão do conhecimento. Nesse trabalho, **metodologicamente** foi utilizado o modelo hipotético-dedutivo com coleta de dados através de uma revisão bibliográfica em um estudo exploratório teórico. Atuando para aperfeiçoar o acesso e uso de recursos, como um processo, bem como métodos eficientes e sistemáticos para gerenciar o conhecimento dentro da organização de ensino. Como **resultados** apontamos a partir da Gestão do Conhecimento adequações que podem ser feitas sob a perspectiva do Ba na alavancagem do conhecimento para o ensino e para a aprendizagem nos Sistemas de ensino *STEM*, *STEAM* e *Maker*. Constatou-se também a importância de se estabelecer um ambiente propício para criação e compartilhamento do conhecimento tanto físico quanto virtual e estratégias para explorar a interdisciplinaridade em atividades pedagógicas.

Palavras-chave: *STEM*. *STEAM*. *Maker*. Ba Virtual. Educação.

ABSTRACT

The terms STEM and STEAM, even though acronyms with preponderant weights, still do not meet much accession within the framework of the national education. Although, the picture is different among nations strongly invested into education politics tuned with socio-economical strategies. Knowledge Management contributes to an improvement in the use of knowledge on the inter and multidisciplinary of STEM/STEAM, as a valuable resource in teaching organization. This work aims as its main object to perform a revision on the literature of its theme, in an effort to collaborate with reflection on the relevance of STEM/STEM and Maker education and how feasible they could become in both the physical and virtual environments if mediated by the Knowledge Management. In this work, methodologically, the hypothetico-deductive model was employed, with data collection by a bibliographical revision in an theoretical exploratory study. Acting in favor of improving the access and use of resources, as a process as well as efficient and systematic methods to manage the knowledge within the teaching organization. As results, it was sought to meet, through the Knowledge Management framework, adjustments that could be performed under the *Ba* perspective to leverage the knowledge and the learning of the STEM, STEAM and Maker teaching systems. It was also noted the importance of establishing an environment favorable to the creating and sharing of physical and virtual knowledge, as well as strategies to explore the interdisciplinarity in pedagogical activities.

Keywords: STEM. STEAM. Maker. Virtual Ba. Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As sete etapas da pesquisa de Quivy e Campenhoudt (1995)	21
Figura 2 - Interação entre as etapas 4 e 7 da pesquisa.....	27
Figura 3 - Modelo de Ciclo de GC	34
Figura 4 - Os três elementos de criação de conhecimento	41
Figura 5 - Representação conceitual do Ba	42
Figura 6 - Modelo SECI e o Ba	43
Figura 7 - Relação entre os quatro modos de conversão do conhecimento e Ba	44
Figura 8 - Estratégia de Compartilhamento do Conhecimento	45
Figura 9 – A origem do STEM	53
Figura 10 - Pirâmide da História da Educação STEAM	53
Figura 11 – Percentual de matrículas de graduação	56
Figura 12 - Graduados em Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática no ano de 2016	56
Figura 13 - Participação e o número total de graduados STEM em países selecionados em 2018	57
Figura 14 - Percentual de estudantes STEM por gênero	57
Figura 15 – Trinômio promotor de mudança	58
Figura 16 – Layout do AEI com as zonas de Aprendizagem	59
Figura 17 - Acesso à internet por dispositivos	62
Figura 18 - Modelo de Engenharia e Gestão do Conhecimento para Educação 4.0	65
Figura 19 - Os princípios derivados das teorias de aprendizagem construtivistas e construcionistas	66
Figura 20 - Framework sobre o uso da Tecnologia na Educação STEAM	68
Figura 21 - Representação da Engenharia como integrador entre áreas	69
Figura 22 - Modelo de Educação a Distância suportado por Práticas de Gestão do Conhecimento	73
Figura 23 - Quadro do <i>DigCompEdu</i>	73
Figura 24 – Tipos de recursos na internet usados pelos professores	74
Figura 25 – Foto da cabana existente no parque	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Métodos hipotético-indutivo e hipotético-dedutivo.....	23
Quadro 2 – Perspectivas do Conhecimento e suas Implicações.....	31
Quadro 3 – Práticas de GC para Criação e compartilhamento do conhecimento.....	36
Quadro 4 - Ferramentas de GC para Criação e compartilhamento do conhecimento.....	38
Quadro 5 – Gestão do conhecimento sob perspectiva do processo de ensino.....	79
Quadro 6 - Gestão do conhecimento sob perspectiva do processo de aprendizagem.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA

GEFI	<i>Global Education First Initiative</i> (Iniciativa Global Educação em Primeiro Lugar)
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i> (Programa Internacional de Avaliação de Alunos)
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
STEM	<i>STEM</i> (Ciências), <i>Technology</i> (Tecnologia), <i>Engineering</i> (Engenharia) e <i>Math</i> (Matemática)
STEAM	<i>STEM</i> (Ciências), <i>Technology</i> (Tecnologia), <i>Engineering</i> (Engenharia), <i>Arts</i> (artes) e <i>Math</i> (Matemática)
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WEF	<i>World Economic Forum</i> (Fórum Econômico Mundial)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3. ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	18
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	20
2.2 ETAPAS DO MÉTODO DE PESQUISA.....	21
2.2.1 A questão inicial	21
2.2.2 A exploração	22
2.2.3 A problemática	23
2.2.4 A construção de um modelo de análise	23
2.2.5 A coleta de dados das informações exploratórias	24
2.2.6 Análise das informações	26
2.2.7 Conclusões	27
3. COLETA DAS INFORMAÇÕES EXPLORATÓRIAS	29
3.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO	29
3.1.2 Ciclo do conhecimento	34
3.1.4 Ambiente de criação de conhecimento Ba	40
3.2 CULTURA MAKER E A MODALIDADE STEAM.....	47
3.3 ENSINO STEM, STEAM E MAKER	50
3.3.1 Práticas de ensino e aprendizagem STEAM nos ambientes físico e virtual	58
3.3.2 Estratégia de ensino e aprendizagem adotada pelo modelo STEAM	65
3.4 GESTÃO DO CONHECIMENTO NA MODALIDADE STEAM	71
4. ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	76
4.1 ANÁLISE DO PROCESSO DE CRIAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO SOB A PERSPECTIVA DO PROFESSOR.....	77
4.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE CRIAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO SOB A PERSPECTIVA DO ESTUDANTE.....	80
4.3 CASOS PRÁTICOS QUE COMPROVAM A ANÁLISE	84
4.3.1 Casos práticos de atividade STEAM no ambiente Ba Físico	84
4.3.2 Exemplo de atividade STEAM no ambiente Ba Virtual	87
4.3.3 Exemplo de atividade STEAM no ambiente Ba Físico e Virtual	88
5. CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A – Lista de ferramentas online para o ensino	103
ANEXO A – Esquematização do sistema Ba	104

1. INTRODUÇÃO

A educação STEAM tem sido um dos movimentos educacionais mais marcantes dos últimos anos (KUENZI, 2008; SANDERS, 2009). Os termos STEM e STEAM, são acrônimos que, em inglês, se referem a: *STEM Science* (Ciências); *Technology* (Tecnologia); *Engineering* (Engenharia); e *Mathematics* (Matemática), e STEAM, que se refere a: *Science* (Ciências); *Technology* (Tecnologia); *Engineering* (Engenharia); *Arts* (Artes); e *Mathematics* (Matemática), além da palavra em inglês ‘*maker*’, que em português significa criador, construtor. Esses termos têm se tornado frequentes tanto na esfera acadêmica quanto na política e na econômica. Entender esse mundo de diversidades tornou-se um fator relevante a ser considerado em termos de competitividade global. O crescimento econômico e o desenvolvimento social estão relacionados às habilidades da população, indicando que uma meta 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 (OECD, 2015).

A China tem conquistado lugar de destaque na educação superior, desbancando gigantes como Estados Unidos e União Europeia. Em sua maioria, seus alunos estudam Matemática, Ciências, Ciência da Computação e Engenharia; considerados os temas mais relevantes para inovação e avanço tecnológico. De acordo com Sáenz (2019), em 2013, 40% dos graduados na China concluíram seus estudos em disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia ou Matemática (STEAM); mais que o dobro da proporção de graduados nos EUA.

De acordo com o Fórum Mundial Econômico, a China teve 4,7 milhões de novos graduados STEM em 2016, enquanto a Índia teve 2,6 milhões e os Estados Unidos tiveram 568.000 recém-formados em STEM em 2016. Até 2030, a China e a Índia poderão representar mais de 60% dos graduados do STEAM nas principais economias, em comparação com apenas 8% na Europa e 4% nos Estados Unidos, onde o sistema de educação STEM é reconhecida pelo *National Research Council* e pela *National Science Foundation* (NSF) como a base tecnológica de uma sociedade desenvolvida. Aliás, a interpretação neste caso é que o grau de formação na área de STEM é um indicador da capacidade de uma nação para apoiar o seu desenvolvimento (ANISIMOVA *et al.*, 2019).

Os países Latino-americanos possuem um déficit educacional e destacam-se pelo baixo desempenho em vários critérios educacionais. Segundo dados do PISA 2018

(*Programme for International Student Assessment* [Programa Internacional de Avaliação de Alunos])¹, posicionou o Brasil no 57º lugar entre os 77 países no quesito leitura, na 70ª posição em matemática e 64ª em ciências, entre 78 países. Os dados revelaram que os adolescentes brasileiros estão classificados no nível 2 em leitura e no nível 1 em Matemática e Ciência, em uma escala que vai até 6. Pelos critérios da OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development* [Organização Pela Cooperação E Desenvolvimento Econômico]), o nível 2 é considerado mínimo adequado, e 43,2% dos estudantes brasileiros ficaram abaixo do nível 2 nas três disciplinas avaliadas. Apenas 2,5% estão nos níveis 5 e 6 em ao menos uma das disciplinas. China e Singapura lideram os rankings das três disciplinas.

De acordo com o documento da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), que contempla as diretrizes para o ensino de computação na educação básica, para desenvolver plenamente suas habilidades e conseguir utilizar a tecnologia digital de forma adequada, é necessário que se compreenda o funcionamento do “mundo digital”. Trata-se de uma contribuição que vem fortalecer a dinâmica da comunicação e informação, dando acesso e poder de opinião já que o desenvolvimento dessas habilidades através do ensino de computação na educação básica disponibiliza ferramentas para processar e compartilhar conhecimento. O documento destaca ainda que a simples recepção não caracteriza a apropriação. Essa aquisição de culturas é política, social e econômica. Sendo que o contato com esse mundo digital “impacta o ser humano em sua totalidade, tanto internamente, em seu sistema nervoso e cognitivo, como no ambiente externo, no seu trabalho e lazer” (SBC, p. 4, 2019).

O papel da educação tem extrapolado o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades cognitivas para a construção de valores, habilidades socioemocionais (*soft skills*) e atitudes. Espera-se da educação um papel de protagonismo e destaque na cidadania global do aluno, facilitando a cooperação internacional e promovendo a transformação social de uma forma inovadora em direção a um mundo mais justo, pacífico, tolerante, inclusivo, seguro e sustentável. O Fórum Econômico Mundial (WEF, 2017) também mencionou a importância de tais habilidades (ou seja, resolução de problemas, gestão humana e inteligência emocional) no mundo dos negócios de hoje. Para Castells (2003), referindo-se à educação:

¹ Dados divulgados pela Agência Brasil, sobre o desempenho do Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA): <https://agenciabrasil.etc.com.br/educacao/noticia/2019-12/pisa-mostra-que-2-dos-alunos-brasileiros-tem-nota-maxima-em-avaliacao-internacional>

Não há reestruturação mais fundamental. E muito poucos países e instituições estão verdadeiramente voltados para ela, porque, antes de começarmos a mudar a tecnologia, a reconstruir as escolas, a reciclar os professores, precisamos de uma nova pedagogia, baseada na interatividade, na personalização e no desenvolvimento da capacidade autônoma de aprender e pensar. Isso, fortalecendo ao mesmo tempo o caráter e reforçando a personalidade. (CASTELLS, 2003, p. 280).

Com essa interconectividade progressivamente mais bem compreendida – por exemplo, por meio de Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC) e redes sociais – a acessibilidade ao conhecimento e o compartilhamento dele pode se tornar maior e mais eficiente. Segundo *o Relatório Educação para a Cidadania Global: preparando alunos para os desafios do século XX* (UNESCO, 2015), um dos objetivos primordiais da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) é uma educação para a paz e o desenvolvimento sustentável como objetivo maior de seu programa de educação, com cidadãos globais empoderados (UNESCO, 2015; 2019).

Entretanto, dentro da abordagem histórica, a inovação em educação é um termo presente desde o século XIX. O construcionismo muda o papel da mediação tecnológica, promovendo o aluno a protagonista e fazendo da tecnologia matéria-prima de construção ao invés de meio de transmissão. Não é o computador que deve programar as crianças, mas são as crianças que devem programar o computador (CAMPOS; BLIKSTEIN, 2019). Essa é uma proposta similar à cultura Maker, que leva em consideração o potencial criativo e realizador do aluno.

Constata-se, então, a necessidade de alunos que saibam como fazer o que não foram ensinados. Para Papert (2002), o maior problema é encontrar o equilíbrio entre encorajar a independência e transmitir a sabedoria herdada do passado. Para este mesmo autor, a tecnologia, de muitas maneiras, cria a necessidade de uma aprendizagem mais criativa, mas também oferece os meios para alcançá-la. Neste sentido, a Gestão do Conhecimento, proporciona um contexto promissor à aprendizagem por meio de práticas e ferramentas que podem contribuir tanto para a criação quanto o compartilhamento do conhecimento, sendo orientados pelo tripé da GC: pessoas, processos e tecnologia.

Segundo Angeloni (2010), as TDICs exercem um papel no armazenamento de dados, informações e conhecimentos, tanto quanto na comunicação e, conseqüentemente, na capacidade de aprendizagem e inter-relacionamentos; sendo adjutoras nos processos de GC. De acordo com Servin (2005), a GC vem contribuir no processo de construção e alavancagem do conhecimento, compreendendo todas as suas fases, atuando para aperfeiçoar o acesso e uso de recursos como um processo bem como métodos eficientes e sistemáticos para gerenciar o

conhecimento dentro da organização. Para Tonin (2018), a criação do conhecimento possibilita prover um contexto adequado para a criação contínua de novos conhecimentos, por meio dos espaços ou ambientes Ba. Os participantes do Ba não podem ser meros espectadores, ao invés disso, eles estão empenhados por meio da ação e da interação, ou seja, da protagonização.

Por meio desse processo contínuo de criação e compartilhamento do conhecimento, à medida que se agregam novas informações, promovendo novos conhecimentos, os princípios e processos da GC tornam o conhecimento acessível a toda organização e auxiliam a fazer o melhor uso do conhecimento já existente, estimulando a inovação.

Considerando esse contexto, a pergunta de pesquisa que norteia o presente trabalho é: **“Como a Gestão do Conhecimento pode colaborar no ensino e na aprendizagem no Sistema de ensino STEM, STEAM e Maker?”**

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos são uma das bases de sustentação do processo de construção do conhecimento que se pretende alcançar com os resultados da pesquisa.

1.1.1 Objetivo geral

Propor, a partir da Gestão do Conhecimento, adequações para o ensino e para a aprendizagem nos sistemas de ensino STEM, STEAM e Maker.

1.1.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos devem ser atendidos:

- a) realizar a revisão de literatura referente aos sistemas de ensino STEM, STEAM, Maker;
- b) realizar a revisão de literatura referente à Gestão do Conhecimento, seus ciclos e processos, práticas e ferramentas;
- c) entender como ocorre o processo de criação do conhecimento no espaço Ba;
- d) entender como ocorre o compartilhamento do conhecimento desenvolvido nos sistemas de ensino STEM, STEAM e Maker;
- e) diagnosticar as práticas de GC relacionadas à criação e ao compartilhamento do conhecimento desenvolvidas nos Sistemas de ensino STEM, STEAM e Maker; e

- f) apresentar adequações para o espaço de criação (*Ba* virtual e físico) e de compartilhamento do conhecimento para o ensino e para a aprendizagem nos sistemas de ensino STEM, STEAM e Maker.

1.2 JUSTIFICATIVA

A demanda por habilidades e competências no mercado de trabalho está passando por mudanças substanciais como resultado do progresso tecnológico, globalização e envelhecimento da população. Tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), cibernética, quântica, robótica e impressão 3D estão cada dia mais presentes nas mais variadas áreas. À luz dessas mudanças, é importante que as habilidades do aluno sejam desenvolvidas e estejam compatíveis com as necessidades de qualificação de seu mercado de trabalho. Há uma necessidade urgente de estreitar a divisão entre os Ministérios do Trabalho e da Educação e entre a educação global e a empregabilidade.

As empresas têm um papel fundamental no aumento do investimento em educação, bem como na definição clara dos resultados curriculares desejados. Aliado a isso, há a preocupação de políticos e especialistas em educação sobre o futuro da liderança econômica e científica dos países. É essencial que as práticas de educação sejam analisadas e redefinidas com a alfabetização científica declarada como meta de uma sociedade educada, preparada para a cidadania global.

Diante desse contexto, a pesquisa da qual resultará esta dissertação se justifica pela relevância do tema e suas aplicações na área educacional, inclusive político-econômica. A abordagem de ensino STEAM, baseada na cultura Maker - que é uma cultura que tem sido abordada e amplamente disseminada pelo potencial no desenvolvimento pessoal e coletivo - pode promover o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas em um cidadão preparado para a sociedade, tendo importante destaque na Agenda 2030 da UNESCO para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2017).

1.3. ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

A aderência desta pesquisa ao Programa de Mestrado em Gestão do Conhecimento nas Organizações da linha de pesquisa Organizações e Conhecimentos dá-se pelo fato de relacionar a GC com o processo de ensino de uma escola de ensino STEAM, considerando que a GC atua para construir e alavancar o conhecimento através da compreensão de como ele

é criado, adquirido, processado, distribuído, usado, aproveitado, controlado, entre outros. (WIIG, 1993). A pesquisa visa aplicar a GC no gerenciamento do conhecimento tanto como objeto quanto como um processo, o que exige que os atores desenvolvam uma compreensão geral do que é o conhecimento, bem como métodos eficientes e sistemáticos para gerenciá-lo dentro da organização.

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa interdisciplinar, que incorpora elementos de gestão, educação e tecnologia a fim de responder à pergunta de pesquisa norteadora do trabalho.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O Capítulo 1 contém a introdução com os objetivos geral e específicos; a justificativa, a aderência ao Programa de Pós-graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é detalhada a Metodologia, contendo: a questão inicial; a exploração; a problemática; a construção de um modelo de análise; a coleta de dados; e a análise das informações.

No terceiro capítulo são destacadas as premissas, os conceitos e os estudos exploratórios. Nesse capítulo são apresentados os resultados iniciais da pesquisa documental, abordando a Gestão do Conhecimento com os Conceitos de conhecimento e de Gestão do Conhecimento; Ciclo do conhecimento; Práticas e ferramentas para a criação e o compartilhamento do conhecimento; e o Ambiente de criação de conhecimento Ba virtual e Ba físico. Na sequência são apresentados a cultura Maker e a modalidade STEAM; os ensinamentos STEM, STEAM, Maker; as Práticas de ensino e aprendizagem STEAM no ambiente físico e virtual e as estratégias de ensino e aprendizagem adotadas pelo modelo de ensino STEAM; e, finalmente, é apresentado a Gestão do Conhecimento na STEAM.

No Capítulo 4 são apresentados as análises, discussões e resultados da pesquisa. No último capítulo são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros. Depois são apontadas as referências bibliográficas.

2. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa adotada para o estudo teórico desenvolvido. A primeira parte deste capítulo foi destinada a delimitar a pesquisa, explicitando a abordagem utilizada, a natureza da pesquisa, os objetivos e os procedimentos. Posteriormente, é apresentada e descrita a forma da coleta dos dados, as técnicas de coleta que foram adotadas e os instrumentos utilizados na pesquisa documental para garantir a veracidade e a confiabilidade dos dados. Por último, descrevemos com maior profundidade como foi definida a questão inicial; a exploração do estudo; a problemática; a construção do modelo de análise; a coleta de dados; e a análise das informações.

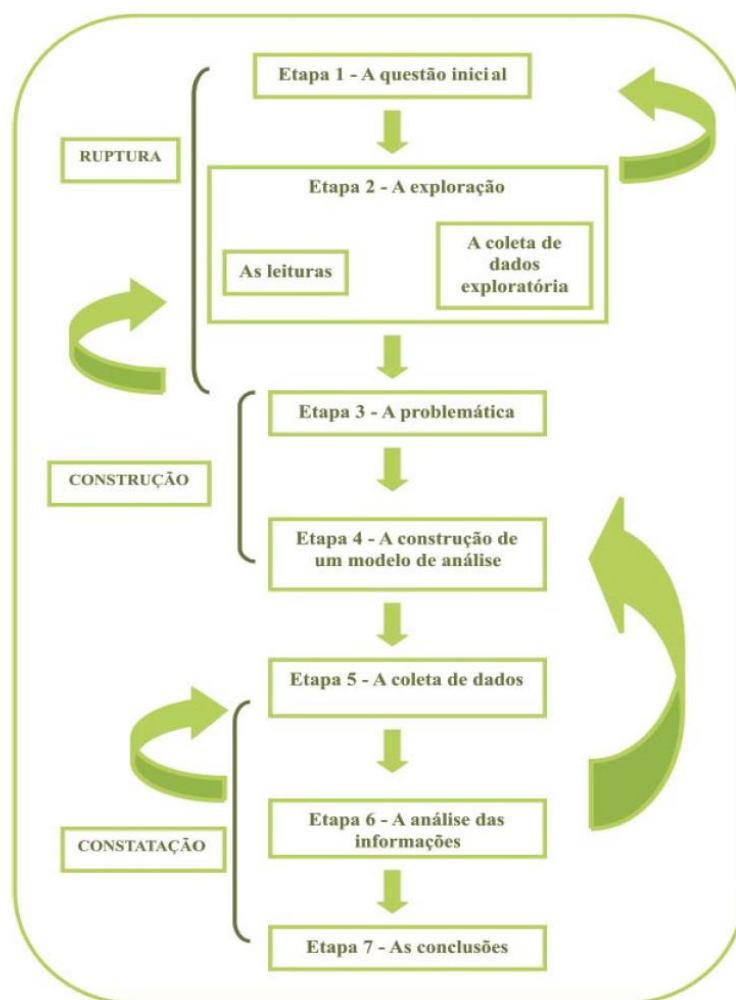
2.1 MÉTODO DE PESQUISA

Para entender o método adotado nesta pesquisa, recorreremos a Quivy e Campenhoudt (1995), que mostram a articulação das etapas de uma pesquisa e falam rapidamente sobre os princípios contidos nos três eixos de uma pesquisa e da lógica que os une.

Pela **Figura 1** podemos observar a esquematização das etapas, iniciada pela **ruptura**, que consiste em romper com as ideias preconcebidas e com as falsas evidências que nos dão somente a ilusão de compreender as coisas, então vem a **construção**, pois segundo Quivy e Campenhoudt (1995, p. 46), a ruptura só se efetua ao nos referirmos a um sistema conceitual organizado, suscetível de expressar a lógica que o pesquisador supõe ser a base do objeto em estudo. Estes, destacam que é “graças a esta teoria que se podem construir as propostas explicativas do objeto em estudo e que se pode elaborar o plano de pesquisa a ser realizado, as operações necessárias a serem colocadas em prática e os resultados esperados ao final da pesquisa”. Portanto, sem essa construção teórica, não há pesquisa válida, pois não podemos submeter à prova qualquer proposta. Finalmente, vem a **constatação**, onde cabe destacar que uma proposta de pesquisa tem direito ao status científico quando ela é suscetível de ser verificada por informações da realidade concreta. Essa comprovação dos fatos é chamada constatação ou experimentação.

Adotando este procedimento, e conforme a **Figura 1**, a pesquisa foi desenvolvida em sete etapas: a questão inicial; a exploração; a problemática; a construção de um modelo de análise; a coleta e análise de dados; a análise das informações; e as conclusões:

Figura 1 - As sete etapas da pesquisa de Quivy e Campenhoudt (1995)



Fonte: Quivy e Campenhoudt, 1995.

2.2 ETAPAS DO MÉTODO DE PESQUISA

As etapas do método de pesquisa são os passos a serem percorridos na trajetória da pesquisa a fim de se alcançar os objetivos propostos.

2.2.1 A questão inicial

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 aprendizado seja mais amplo que 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 desenvolvimento da autonomia e 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.

A temática escolhida foi em torno da Gestão do Conhecimento no sistema de ensino STEAM. Quais são as práticas utilizadas dentro da Gestão do Conhecimento que podem auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem no sistema de ensino STEAM?

2.2.2 A exploração

Este estudo é caracterizado como ensaio teórico sobre o tema exposto. É uma pesquisa exploratória, associada à revisão da literatura, sem aplicação prática do assunto. Para Gil (2007), a pesquisa exploratória caracteriza-se pelo levantamento bibliográfico e análise de exemplos que estimulem a compreensão do problema de pesquisa. Conforme salienta Triviños (1987, p. 109), os estudos exploratórios “permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema”.

Esse tipo de pesquisa apresenta menor rigidez no planejamento, é desenvolvida com o objetivo de proporcionar visão geral acerca de determinado fato e realizado especialmente quando o tema é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses sobre ele (GIL, 1999; CERVO; BERVIAN, 2002).

Ainda, segundo Saunders, Lewis e Thornhill (2009), os estudos exploratórios são desenvolvidos primordialmente por meio de pesquisas bibliográficas, com denso diagnóstico na literatura. Neuman (1997) observa que os estudos exploratórios são utilizados normalmente para investigar um novo tema de pesquisa, podendo, em muitos casos, apresentar-se como primeiro estágio de um conjunto de etapas do estudo.

Finalmente, estudos exploratórios estão atrelados a: pouco conhecimento sobre o tema; diagnósticos na literatura; conversas com outros pesquisadores; menor rigidez no planejamento; e normalmente serem qualitativos.

2.2.3 A problemática

A pesquisa teve o intuito de responder ao seguinte problema de pesquisa: “**Como a Gestão do Conhecimento pode colaborar no ensino e na aprendizagem na Educação STEM, STEAM e Maker?**”

A intenção é que, através de pesquisas exploratórias e revisões bibliográficas, consiga-se estabelecer um embasamento consistente para a argumentação científica.

2.2.4 A construção de um modelo de análise

Uma vez construída a problemática, é preciso partir para a elaboração de um modelo de análise, ou seja, elaborar as hipóteses ou questões de estudo que surgiram da problemática e que deverão ser respondidas - ou não - a partir de conceitos, modelos teóricos etc.

Esclarecem Quivy e Campenhoudt (1995, p. 149):

O modelo de análise constitui o prolongamento natural da problemática, articulando de forma operacional os referenciais e as pistas que serão finalmente escolhidos para guiar o trabalho de coleta de dados e a análise. Ele é composto de conceitos e hipóteses que estão interligados para formar conjuntamente um quadro de análise coerente. A conceitualização, ou a construção de conceitos, constitui uma construção abstrata que tenta dar conta do real. Nesse sentido, ela não dá conta de todas as dimensões e aspectos do real, mas somente o que expressa o essencial segundo o ponto de vista do pesquisador. Trata-se, portanto, de uma construção-seleção. A construção de um conceito consiste em designar dimensões que o constituem e em precisar os indicadores graças aos quais essas dimensões poderão ser mensuradas. Distinguem-se os conceitos operacionais isolados que são construídos empiricamente a partir das observações diretas ou das informações coletadas e dos conceitos sistêmicos que são construídos pelo raciocínio abstrato e se caracterizam, em princípio, por um grau de ruptura mais alto com as ideias preconcebidas e com a ilusão da transparência.

Duas formas são sugeridas para a construção das hipóteses, apresentadas no **Quadro 1**:

Quadro 1 - Métodos hipotético-indutivo e hipotético-dedutivo

Método hipotético-indutivo	Método hipotético-dedutivo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A construção parte da observação. ▪ O indicador é de natureza empírica. ▪ A partir dele, constroem-se novos conceitos, novas hipóteses e o modelo que será submetido à prova dos fatos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A construção parte de um postulado ou conceito como modelo de interpretação do objeto estudado. ▪ Esse modelo gera, através de um trabalho lógico, as hipóteses, os conceitos e os indicadores para os quais será necessário buscar correspondentes no real.

Fonte: Quivy e Campenhoudt, 1995.

Segundo os autores Quivy e Campenhoudt (1995), quando iniciamos uma pesquisa pela primeira vez, a abordagem **hipotético-indutiva** normalmente prevalece, ou seja, construímos nossas hipóteses ou problema de pesquisa e indicadores a partir da observação do campo empírico, derivando daí novos conceitos e novas hipóteses que serão submetidas à comprovação pelo modelo estabelecido. Ainda segundo os autores, na sequência, quando se possui algumas ideias conceituais a respeito do tema trabalhado que possam explicar o objeto de estudo, a abordagem **hipotético-dedutiva** passa a ter mais importância. Isso quer dizer que a construção das hipóteses parte de um postulado ou conceito como modelo de interpretação do objeto estudado. Na realidade, essas duas abordagens se articulam, pois todos os modelos elaborados por uma pesquisa científica comportam dedução e indução (QUIVY; CAMPENHOUDT, 1995).

Na nossa pesquisa o modelo a ser utilizado foi o **hipotético-dedutivo** e está baseado na pesquisa bibliográfica sobre a temática e temas correlatos como as práticas e ferramentas de GC, o ciclo do conhecimento e como é o sistema de ensino STEAM nas escolas que aderem a ele. O método hipotético-dedutivo é uma modalidade de método científico que se inicia com um problema ou uma lacuna no conhecimento científico, passando pela formulação de hipóteses e por um processo de inferência dedutiva, o qual testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela referida hipótese. Dessa forma, foi baseado em pesquisas científicas, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios.

2.2.5 A coleta de dados das informações exploratórias

Como coleta de dados em um estudo exploratório teórico, foi feita uma revisão bibliográfica a partir de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos como livros, artigos científicos e sites que pudessem refletir sobre a temática. A revisão bibliográfica compartilha com o leitor, para Creswell (2007, p. 45), os “resultados de outros estudos que estão proximamente relacionados ao estudo que está sendo relatado”.

Este estudo é qualitativo e bibliográfico, com denso diagnóstico na literatura; desenvolvidos por meio de pesquisas e por conversas com outros pesquisadores especialistas na área, buscando informações sobre as especificidades do fenômeno pesquisado. A pesquisa qualitativa, para 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”.

Inicialmente, buscou-se o tema pesquisando através das palavras-chaves “Gestão do Conhecimento”, “STEM”, “STEAM”, “educação STEM”, “educação STEAM”, “TICS” e “ensino Maker”, nos portais dos seguintes bancos de dados: Periódicos Capes, SpringerOpen, Dimensions, Directory of Open Access Journals, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) da Capes, e Google Acadêmico.

Como critérios de inclusão foram considerados artigos completos publicados em periódicos nacionais e internacionais e em anais de conferência durante o período entre janeiro de 2010 a dezembro de 2020, que referenciem estratégias e variáveis para o ensino STEM/STEAM, teses e dissertações.

Para a seleção dos estudos, submetemos os artigos aos seguintes critérios para inclusão e exclusão:

- a) 1ª triagem: Leitura do título, resumo e palavras-chave;
- b) 2ª triagem: leitura na íntegra do artigo;
- c) 3ª triagem: aderência ao tema.

O resultado dessa coleta de dados apresentou alguns impedimentos para que prosseguíssemos com uma revisão sistemática tal como planejada anteriormente, visto que o tema é contemporâneo e não há muitas pesquisas relacionando a Educação STEAM à GC. Alguns dos pontos evidenciados foram que o tema STEM refere-se, na literatura médica, a um tipo de célula (*stem cell*) sendo esse o principal assunto apresentado nas pesquisas. O tema GC ainda é novo e por isso, quando o isolamos na pesquisa juntamente com STEM, não resulta em artigos a respeito de GC.

Contudo, encontramos muitas menções e estudos ao buscarmos as palavras-chave “STEM” e “Maker” relacionando-as às oportunidades de acessibilidade, equidade de gênero e classe proporcionados pelo movimento Maker.

Ao buscarmos os termos “STEM-Maker” há muitas ocorrências referentes a *Makerspaces* em bibliotecas. Em outra pesquisa, para os termos “TICS” e “STEM”, tivemos resultados ligados à área médica e celular, com *Tumour-initiating cells* (TICs) e STEM, que se refere a células-tronco.

Sendo assim, obtivemos maior êxito buscando os temas em revistas internacionais especializadas, blogs, redes sociais como Facebook, LinkedIn e Instagram - onde localizamos professores especialistas no Ensino STEAM e pudemos trocar informações e percepções sobre o tema. Vale destacar que o Ensino STEAM originou-se nos EUA, sendo assim, é natural encontrarmos uma incidência maior do tema em publicações norte-americanas.

Outra ferramenta que utilizamos foi o Google Alert, em que cadastramos algumas palavras-chaves como: “STEM”, “STEAM”, “Educação STEAM”, “Educação STEM” e “Maker”, e recebemos indicação de notícias a respeito dos temas e referências de blogs e sites especializados como: STEAM Edu (steamedu.com), STHEM Brasil (<https://www.sthembrasil.com/>), Maker Ed (<https://makered.org>) e *FabLearn* (fablearn.org).

Em nossas pesquisas, nos deparamos com políticas educacionais dedicadas à introdução da alfabetização STEAM, como a STEM Center, da fundação ITEEA (*International Technology and Engineering Educators Association*) (<https://www.iteea.org/STEMCenter.aspx>). Além disso, através de sites de notícias pode-se acompanhar a relevância e o impacto do Ensino STEAM globalmente.

Desta forma, foi possível fazer a coleta e uma pré-análise dos dados referentes à temática proposta. No Capítulo 3 são apresentados os resultados provenientes dessa coleta e pré-análise, evidenciando os principais conceitos que visam entender como a Gestão do Conhecimento pode colaborar no ensino e na aprendizagem na Educação STEM, STEAM e Maker.

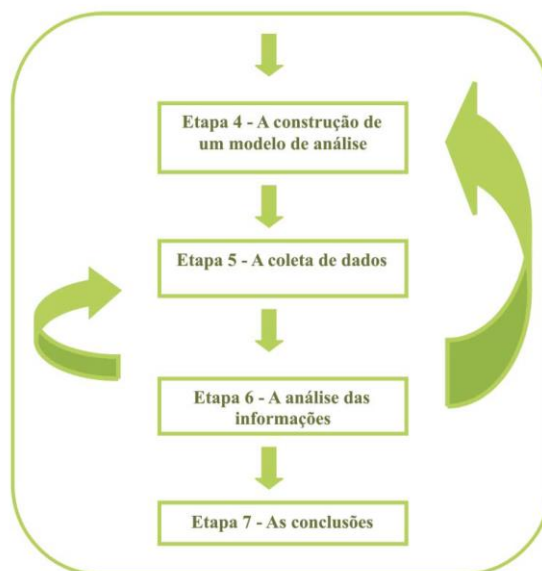
2.2.6 Análise das informações

No desenvolvimento da análise, Quivy e Campenhoudt (1995, p. 222) enfatizam que:

[...] cada hipótese elaborada na fase de construção expressa as relações que pensamos serem corretas e que devem ser confirmadas pela coleta de dados. Os resultados encontrados são os que resultam das operações precedentes. É comparando os resultados encontrados com os resultados esperados pela hipótese que poderemos tirar as conclusões. Se houver divergência entre os resultados observados e os resultados esperados, será necessário examinar de onde provém esse distanciamento e em que a realidade é diferente do que se presumia no início, elaborando novas hipóteses e, a partir de uma nova análise dos dados disponíveis, examinar em que medida elas se confirmam.

Nesse caso, de acordo com Quivy e Campenhoudt (1995, p. 222), será necessário completar a coleta de dados. Essa interação entre a **análise**, as **hipóteses do problema de pesquisa** e a **coleta de dados** é representada na **Figura 2**, pelas duas flechas de retroação, ou seja, a análise das informações vai, invariavelmente, nos remeter a verificar (ou ao menos a refletir sobre) a construção do modelo de análise (sua pertinência e coerência) e, igualmente, a coleta de dados (pertinência e rigor):

Figura 2 - Interação entre as etapas 4 e 7 da pesquisa



Fonte: Quivy e Campenhoudt, 1995.

2.2.7 Conclusões

De acordo com Quivy e Campenhoudt (1995, p. 247-253), a conclusão de um trabalho de pesquisa comportará três partes:

a) Síntese das grandes linhas da pesquisa, preparar a produção do texto, que deve:

- i. apresentar a questão da pesquisa, ou seja, a questão inicial em sua formulação final;
- ii. apresentar as principais características do modelo de análise, particularmente as hipóteses;
- iii. apresentar o campo de coleta de dados, os métodos escolhidos e a coleta de informações realizada; e
- iv. comparar os resultados esperados pela hipótese com os resultados obtidos, bem como fazer uma breve descrição das principais distâncias encontradas entre ambos.

b) Novos aportes do conhecimento produzido, que são de dois tipos:

- i. Novos conhecimentos relativos ao objeto de análise: os novos conhecimentos produzidos relativos ao objeto são aqueles que podemos evidenciar respondendo a duas questões:
 1. O que sei a mais sobre o objeto de análise?
 2. O que sei além do objeto de análise?

Quanto mais o pesquisador se distanciar das ideias preconcebidas do conhecimento corrente e se preocupar com sua problemática, mais terá

chances de que o novo conhecimento relativo ao objeto de estudo traga contribuições;

- ii. novos conhecimentos teóricos: para aprofundar o conhecimento sobre um domínio concreto da realidade, o pesquisador definiu uma problemática e elaborou um modelo de análise composto de conceitos e de hipóteses. Ao longo de seu trabalho, não somente esse domínio concreto foi explicitado como também a pertinência da problemática e do modelo de análise foram testadas. Assim, um trabalho de pesquisa deve permitir igualmente a avaliação da problemática e do modelo de análise.

Não se trata, para o pesquisador iniciante, de fazer grandes descobertas teóricas inéditas e de grande interesse para a comunidade científica, mas sim de ele próprio descobrir novas perspectivas teóricas, mesmo que elas sejam amplamente conhecidas.

c) Perspectivas práticas:

Todo pesquisador deseja que seu trabalho sirva para alguma coisa. O problema é que as conclusões de uma pesquisa conduzem raramente a uma aplicação prática clara e indiscutível. Trata-se de consequências práticas que certos elementos de análise implicam claramente.

Neste capítulo foi detalhada a metodologia, contendo as etapas do método de pesquisa, que foi estruturado pela: questão inicial; a exploração; a problemática; pela construção do modelo de análise; a coleta de dados das informações exploratórias; as análises das informações; e finalmente as conclusões.

A questão inicial, a exploração, a problemática e a construção do modelo de análise foram apresentadas neste capítulo. No capítulo seguinte é apresentada a coleta de dados das informações exploratórias.

3. COLETA DAS INFORMAÇÕES EXPLORATÓRIAS

Neste capítulo serão coletados os principais conceitos em torno do tema da pesquisa, abordando inicialmente os conceitos de conhecimento e de Gestão do Conhecimento com os seus ciclos do conhecimento, suas práticas e ferramentas para a criação e o compartilhamento do conhecimento, assim como o ambiente de criação de conhecimento Ba. Depois apresenta-se a cultura Maker e a modalidade STEAM, o ensino STEM, STEAM e Maker. Nestes estudos se destacam as práticas de ensino e aprendizagem STEAM no ambiente de criação de conhecimento físico e virtual e as estratégia de ensino e aprendizagem adotadas pelo modelo STEAM e, finalmente, a Gestão do Conhecimento no ensino STEAM. Na próxima seção abordaremos o resultado das análises feitas sobre a GC no ensino STEAM nos ambientes Ba virtual e presencial.

3.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO

A Gestão do Conhecimento, contribui para o melhor uso do conhecimento nas organizações industriais, comerciais, financeiras, educacionais etc., com a finalidade de torná-las mais competitivas e inovadores.

3.1.1 Conceitos de conhecimento e de Gestão do Conhecimento

O conhecimento tem sido interpretado de diferentes formas em áreas diversificadas nas quais está inserido por sua amplitude, tal como gestão, educação, sistema de informação entre outras. Sveiby (1998, p. 35) conceitua o conhecimento como sendo “informação, conscientização, saber, cognição, sapiência, percepção, ciência, experiência, qualificação, discernimento, competência, habilidade prática, capacidade, aprendizado, sabedoria, certeza e assim por diante”. Para o autor, a definição depende do contexto em que o termo é empregado, nesse caso, será evidenciada a competência e habilidade do aluno no processo de conversão do conhecimento, considerando o conhecimento tácito e explícito.

Em uma posição estratégica, a capacidade de gerenciar o conhecimento é fundamental na economia do conhecimento de hoje. Em tempos de superávit tecnológico², a criação e

² Excedente de tecnologia.

difusão do conhecimento se tornam fatores de relevância na competitividade. Cada vez mais o conhecimento está sendo pensado como um recurso valioso que está agregado aos produtos (especialmente produtos de alta tecnologia). Nesse contexto, Evans, Dalkir e Bidian (p. 86, 2014) consideram que o conhecimento é mais um meta-recurso, uma vez que “transcende os recursos básicos e é a fonte única de crescimento econômico e valor”.

Enquanto o conhecimento é cada vez mais visto como uma mercadoria ou um ativo intelectual, existem algumas características paradoxais do conhecimento que são radicalmente diferentes de outras mercadorias valiosas. Essas características de conhecimento incluem: i) o uso do conhecimento não o consome; ii) transferir conhecimento não resulta em perde-lo (e por isso o termo mais utilizado é ‘compartilhar’, ao invés de ‘transferir’); iii) o conhecimento é abundante, mas a capacidade de usá-lo é escassa; iv) quando não há uma boa GC, grande parte do conhecimento valioso de uma organização não permanece na empresa (DALKIR, 2011). Nesse sentido, Probst (2002, p. 11) afirma que “o conhecimento é o único recurso que aumenta com o uso”.

Para Choo (2001) e Davenport e Prusak (1998), o conhecimento se baseia no acúmulo de experiência. As informações dependem de uma agregação de dados. A transformação de dados em informação e depois em conhecimento requer esforço cognitivo humano, que resulta na percepção da estrutura e na atribuição de significado.

O conhecimento tácito pode ser aprendido por meio da observação e imitação. Pode ser aludido ou revelado por meio de variados modos de discurso que incluem o uso de analogias, metáforas ou modelos e por meio do compartilhamento comum de histórias, através de narrativas. A narrativa fornece canais para a aprendizagem tácita porque dramatiza e contextualiza episódios ricos em conhecimento, permitindo ao ouvinte repetir e reviver o máximo possível da experiência original. Nonaka e Takeuchi (1995) enfatizam que o conhecimento tácito é vital para as organizações, porque é uma fonte importante de novos conhecimentos; novos conhecimentos na forma de descobertas e inovações são frequentemente o resultado de indivíduos criativos aplicando seus insights e intuições tácitas para confrontar problemas novos ou difíceis (CHOO, 2001).

Conhecimento explícito é o conhecimento que é expresso formalmente por meio de um sistema de símbolos (CHOO, 2001) e se apresenta por variadas e diferentes formas, podendo ser um trabalho coletivo ou individual (SHAGHAEI; TURGAY, 2013).

O **Quadro 2** resume as várias visões do conhecimento e suas implicações para os sistemas e GC:

Quadro 2 – Perspectivas do Conhecimento e suas Implicações

Perspectivas		Implicações da GC	Implicações dos Sistemas de GC
Conhecimento em relação aos dados e informações	Dados são fatos, números brutos. Informação é processada, dado interpretado. Conhecimento é informação personalizada.	GC foca em expor aos indivíduos informações com potencial de uso e facilitar a assimilação da informação.	Um sistema de GC não apresentará diferenças radicais, mas auxiliará o processo de assimilação de informações pelo usuário.
Estado da Mente	Conhecimento é o estado de compreensão e assimilação.	Ponto focal da GC é a criação e gerenciamento do armazenamento de conhecimento.	O papel da tecnologia é fornecer acesso a fontes de conhecimento, e não ao próprio conhecimento.
Objeto	Conhecimento é um objeto para ser criado e compartilhado.	GC envolve aprimoramento e aprendizagem individual através do fornecimento de informação.	O papel da tecnologia envolve: criar, armazenar e compartilhar conhecimento.
Processo	Conhecimento é um processo de aplicação de experiências.	GC tem o foco no fluxo do processo de criação, compartilhamento do conhecimento.	O papel da tecnologia é fornecer um vínculo entre as fontes de conhecimento para criar uma maior amplitude e profundidade dos fluxos de conhecimento.
Acesso à Informação	Conhecimento é uma condição de acesso à informação.	GC tem o foco em organizar o acesso e recuperação do conteúdo.	O papel da tecnologia é prover efetivamente mecanismos de busca e recuperação para localização de informação relevante.
Capacidade	O conhecimento tem o potencial para influenciar a ação	GC é desenvolver competências essenciais e entender o <i>know-how</i> estratégico	O papel da TI é aumentar o capital intelectual, apoiando o desenvolvimento de competências individuais e organizacionais.

Fonte: A autora, adaptado de Alavi e Leidner, 2001.

Para Alavi e Leidner (2001), o conhecimento é personalizado. Para que o conhecimento de um indivíduo ou de um grupo seja útil para outros, ele deve ser compartilhado de maneira a ser interpretável pelos receptores. Excesso de informação é de pouco valor; somente as informações que são ativamente processadas na mente de um indivíduo através de um processo de reflexão, iluminação ou aprendizado podem ser úteis.

Terra (2005) descreve a GC como uma estratégia central para desenvolver a competitividade de organizações e países. Em outra abordagem, o autor pontua que a GC vai muito além do investimento em tecnologia ou gerenciamento da inovação; ela passa pela compreensão das necessidades individuais e coletivas associadas aos processos de criação e aprendizado. O mesmo autor conceitua a GC centrada em três aspectos principais: focar nos

ativos intangíveis (principalmente o fator humano); tornar a GC algo explícito; incentivar e criar mecanismos que facilitem aos sujeitos o compartilhamento de seus conhecimentos.

O autor ainda destaca algumas questões analíticas sobre a GC, que foram consideradas para análise desta pesquisa:

- a) Como mapear o conhecimento (competências individuais) existente nas organizações;
- b) como facilitar e estimular a explicitação do conhecimento tácito dos funcionários;
- c) como utilizar os investimentos em informática e em tecnologia de comunicação para aumentar o conhecimento coletivo e não apenas acelerar o fluxo de informações.

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. A autora também destaca que pessoas, cultura, processos e tecnologia são componentes chave da GC e que há duas principais formas de conhecimento: tácito e explícito.

Nonaka e Takeuchi (2008) orientam para esse sentido, trazendo uma das importantes contribuições para o estudo da GC:

A GC está agora no centro do que a gestão tem de fazer no ambiente de mudanças rápidas atuais. As mudanças estão ocorrendo no ambiente externo em múltiplas dimensões e em ritmo acelerado. [...] Esta ênfase na mudança coloca a GC no âmago do que necessita ser feito para enfrentar o ambiente atual de modificações rápidas (NONAKA; TAKEUCHI, 2008, p. 10).

Nessa transição paradigmática entre conhecimento tácito e explícito, a cibernética e a informática mudam o modo como se conhece e apreende o mundo, propondo novas formas de agir e exigindo novas estratégias e novos critérios para a produção e disseminação do conhecimento. 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 Tarapanoff (2006, p. 28), a GC é “responsável pelo gerenciamento do conhecimento tácito, objetivando o desenvolvimento da capacidade das pessoas em explicitar e compartilhar seu conhecimento”. De fato, um dos objetivos da GC é transformar conhecimentos tácitos em explícitos e, por fim, em conhecimento organizacional. Segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p. 69), o segredo “para a aquisição do conhecimento tácito é a experiência. Sem alguma forma de experiência compartilhada, é extremamente difícil para uma pessoa projetar-se no processo de raciocínio do outro indivíduo”.

Segundo Na Ubon e Kimble (2002), GC é o gerenciamento de processos que governam a criação, compartilhamento/disseminação e utilização de conhecimento por fusão de tecnologias, estruturas organizacionais e pessoas para criar a aprendizagem mais eficaz, a solução de problemas e a tomada de decisão em uma organização. Sendo assim, a implementação da GC traz a proposta de amplificar e evidenciar a criação e o compartilhamento do conhecimento na escola.

Takeuchi e Nonaka (2008, p. 169) demonstram quatro modos de conversão do conhecimento envolvendo conhecimento tácito e explícito: socialização, externalização, combinação e internalização, conhecido como modelo SECI. A socialização é a conversão do conhecimento tácito em conhecimento tácito; a externalização é a conversão do conhecimento tácito em explícito; a combinação se dá quando as peças individuais de conhecimento explícito são conectadas para criar conjuntos sistemáticos de conhecimento explícito; a internalização é o processo de incorporação do conhecimento explícito ao tácito e está relacionada com o “aprender fazendo”.

Prusak (2001) menciona o valor da GC em relação à informação meramente circulante. Segundo ele, o conhecimento não é algo fácil de ser reconhecido, codificado e compartilhado. Há um processo em que estão presentes componentes cognitivos. Destaca como a GC auxilia os líderes organizacionais enquanto desenvolve ferramentas e práticas para o processo do conhecimento coletivo.

No intuito de elucidar a GC, alguns autores elaboraram manuais com ferramentas e práticas para sua implantação em uma organização, dentre eles está o *Manual da Associação de Produtividade Asiática* (APO). Nele estão reunidas as melhores práticas e ferramentas implantadas pelas organizações de maior sucesso em todo o mundo (APO, 2010).

Para Wiig (1993), introduzir e implantar práticas de GC em uma organização não é um processo simples e rápido. Para que as práticas de GC sejam aplicadas é necessária a compreensão e orientações de toda organização. O autor elenca algumas dessas práticas: sistema baseado em conhecimento (abordagem de inteligência artificial), integração de conhecimento, gestão de ativos, competências essenciais, organização de aprendizagem, gestão de recursos humanos, análise de conhecimento, gestão universal do conhecimento entre outras (WIIG, 1993).

Nesse contexto, Terra (2005) aborda algumas ferramentas tecnológicas que podem ser empregadas para a introdução e implantação da GC como: intranets, software para trabalho em grupo, sistema de gerenciamento de documentos, *data warehouses* (armazenamento de dados), videoconferência, boletins eletrônicos informativos etc. As ferramentas podem ser

classificadas, segundo o autor, em três grandes áreas: repositório de materiais de referência: conhecimento explícito que pode ser facilmente acessado e que evita duplicações de esforços; *expertise maps*: banco de dados com listas e descrições das competências de indivíduos de dentro e de fora da organização, isto facilitaria o compartilhamento de conhecimento tácito; e *just-in-time knowledge*: ferramentas que reduzem as barreiras de tempo e distância no acesso a conhecimentos.

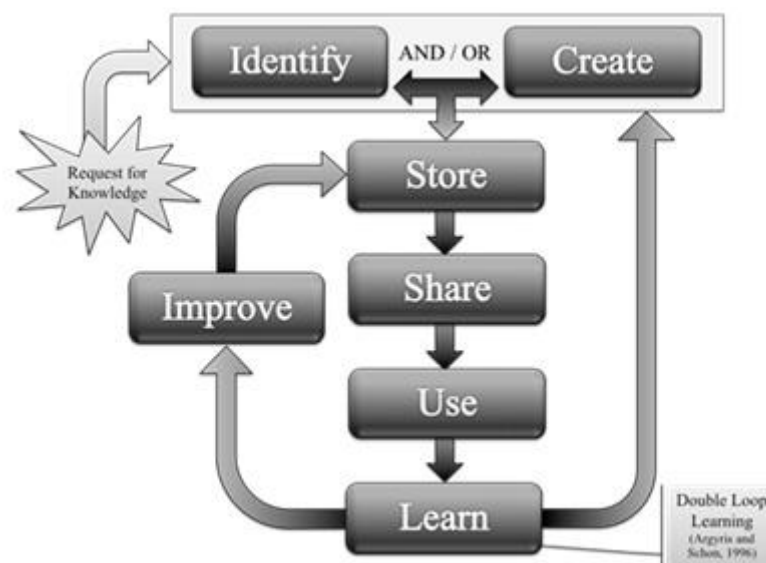
3.1.2 Ciclo do conhecimento

Dalkir (2011) ressalta que o conhecimento reside dentro de um sujeito e não da organização em si. Por meio do ciclo do conhecimento pode ser visualizado o caminho percorrido pela informação para que se transforme em um ativo estratégico valioso para a organização.

Para Choo (2003), a GC une três processos estratégicos: a criação de significado, a construção do conhecimento e a tomada de decisões. Esses processos interligados em um ciclo contínuo de aprendizagem e adaptação é o que é conhecido por ciclo do conhecimento.

Visando facilitar tal compreensão e gerenciamento, autores organizaram as fases da GC em ciclos. Entre muitos autores que propuseram seus ciclos, cada qual sob particular percepção e interpretação, os autores Evans e Alis (2013) propuseram um modelo interessante e convergente, no entanto, para este trabalho, de todos os ciclos, consideraremos a criação e o compartilhamento. A **Figura 3** mostra o ciclo do conhecimento de Evans e Alis (2013):

Figura 3 - Modelo de Ciclo de GC



Fonte: Evans *et al.*, 2014.

O ciclo de GC integrado incluiu as seguintes fases: identificar/criar, armazenar, compartilhar, usar, aprender, melhorar e criar. Nesse modelo, o conhecimento tácito deve ser 'criado' ou codificado, enquanto o conhecimento explícito deve ser 'capturado' ou identificado. A fase de identificação do conhecimento é o momento em que se identifica o conhecimento tácito subjetivo por método e, subsequentemente, envolve a análise e a avaliação dos ativos com base em regras organizacionais, culturas e critérios de avaliação específicos. A criação do conhecimento ocorre quando o ativo disponível não atende ou atende parcialmente às necessidades do conhecimento. Um exemplo de tecnologia que pode ser utilizada nessa fase é o software de gerenciamento de ideias (EVANS *et al.*, 2014).

Após a primeira fase do ciclo em que o conhecimento foi identificado e/ou criado, é importante armazená-lo, buscando também uma forma de o apresentar para disponibilizá-lo na fase subsequente, que é o compartilhamento desse conhecimento. A fase de compartilhamento do conhecimento pode ser vista como uma ponte entre o conhecimento tácito e colocá-lo em prática. Algumas das tecnologias mais comuns usadas para compartilhar ativos de conhecimento incluem tecnologias de comunicação e colaboração (EVANS *et al.*, 2014).

3.1.3 Práticas e ferramentas para criação e compartilhamento do conhecimento

As práticas de GC são relacionadas às pessoas, e distinguem-se nos processos de produção manufatureira e prestação de serviços. Já as ferramentas relacionam-se a tecnologias que dão suporte às práticas de GC.

Os autores Kianto e Andreeva (2014) definem as práticas de GC como o conjunto de atividades organizacionais e gerenciais intencionais que visam aprimorar os processos de conhecimento na empresa. Os autores consideram que é necessário que o intercâmbio de conhecimento ocorra nos negócios orientados a serviços, pois fornecedor e cliente contribuem extensivamente para o processo de produção para alcançarem o resultado desejado, o que tornam os serviços altamente dependentes de fatores humanos - funcionários que realmente prestam o serviço.

As ferramentas usam tecnologia, auxiliam a criação e o compartilhamento do conhecimento, fornecendo canais de comunicação que ajudam a diminuir as diferenças de tempo e distância física entre os atores.

Destaca-se que inúmeras são as ferramentas e práticas passíveis de utilização na GC, portanto não as abordaremos em sua totalidade. Consideraremos as práticas e ferramentas de criação e compartilhamento do conhecimento.

Para um compartilhamento eficaz do conhecimento, a GC conta com algumas ferramentas a serem adotadas visando sua implementação e manutenção. Visto que os indivíduos precisam ter o mesmo significado em seu processo de comunicação e precisam convergir para um entendimento compartilhado, Davila (2016) ressalta como a cultura do compartilhamento de conhecimento atua fortemente para o sucesso das práticas de GC.

São vários os autores que organizam as práticas e ferramentas da GC sob diferentes enfoques (BATISTA; QUANDT, 2014; SCHMITT *et al.*, 2015; APO, 2020). Para esse trabalho, selecionaremos aquelas que promovem a criação e/ou compartilhamento do conhecimento.

No **Quadro 3** encontra-se a descrição de algumas práticas de GC:

Quadro 3 – Práticas de GC para Criação e compartilhamento do conhecimento

Práticas de GC para criação e Compartilhamento do Conhecimento	Descrição	Criação	Compartilhamento
Narrativas	Uso de histórias, através de uma narrativa envolvente com intuito de engajar o ouvinte no compartilhamento de informações.		X
Comunidades de prática	Grupos multi e interdisciplinares. As pessoas são reunidas para desenvolver e compartilhar conhecimentos em torno de temas específicos.	X	X
Mentoring	Modalidade de gestão do desempenho na qual um expert (mentor) modela as competências e retroalimenta a execução das atividades de um indivíduo ou grupo.	X	X
Brainstorming	Maneira simples de ajudar um grupo de pessoas a gerar ideias novas e diferentes.	X	
Assistência de colegas	Técnica utilizada para solicitar assistência de colegas e especialistas sobre uma situação importante que a equipe está enfrentando.	X	X
Captura de aprendizados e ideias	Processo de explicitar aprendizados e ideias por meio de uma ferramenta	X	X
Revisão de aprendizagem	Técnica usada para promover a aprendizagem durante o processo de trabalho. Pode ocorrer após qualquer evento do projeto, tanto após uma atividade curta ou parte de uma atividade longa.	X	X

Continua na página seguinte

Continuação do Quadro 3

Práticas de GC para criação e Compartilhamento do Conhecimento	Descrição	Criação	Compartilhamento
Revisão pós-ação	A revisão maximiza o aprendizado ao permitir um ambiente onde líderes e membros podem conversar honestamente sobre o projeto. Capturar lições aprendidas durante e após uma atividade.	X	X
Café do conhecimento	É uma maneira de realizar uma discussão em grupo para refletir e compartilhar pensamentos e <i>insights</i> de maneira amistosa.	X	X
Melhores práticas	Consistem na identificação e difusão de melhores práticas que podem ser definidas como um procedimento validado para a realização de uma tarefa ou solução de um problema.	X	X
Construção de clusters de conhecimento/repositórios do conhecimento	Um repositório do conhecimento conterà conhecimento valioso, que é uma mistura de conhecimento tácito e explícito, baseado nas experiências únicas dos indivíduos que são ou foram parte daquela companhia assim como o <i>know-how</i> que tem sido testado e aprovado em situações de trabalho.	X	X
Computação nas nuvens	Espaço onde ficam armazenados dados e é possível conectar computadores e dispositivos móveis, como tablets e smartphones para acessá-los via internet.		X
Espaços colaborativos	Os espaços podem ser físicos ou virtuais. Permitem o trabalho conjunto entre pessoas independentemente de onde elas estejam fisicamente.	X	
Benchmarking interno e externo	Trata-se da busca sistemática das melhores referências para comparação aos processos, produtos e serviços da organização.	X	X
Memória organizacional/lições aprendidas/banco de conhecimentos	Registro do conhecimento organizacional sobre processos, produtos, serviços e relacionamentos com os clientes. As lições aprendidas são relatos de experiências em que se registra o que aconteceu, o que se esperava que acontecesse, a análise das causas das diferenças e o que foi aprendido durante o processo.	X	X

Fonte: A autora, adaptado de Batista e Quandt (2014); Schmitt *et al.* (2015); APO (2020).

As práticas de criação e compartilhamento do conhecimento podem ter a assistência das ferramentas de GC, o **Quadro 4** apresenta algumas delas:

Quadro 4 - Ferramentas de GC para Criação e compartilhamento do conhecimento

Ferramentas de GC para criação e Compartilhamento do Conhecimento	Descrição	Criação	Compartilhamento
Google Apps	Plataforma com ferramentas formadas por um conjunto de softwares que tem por intuito a otimização da comunicação rápida e compartilhada entre as pessoas. A versão <i>education</i> oferece, para alunos e professores, os seguintes aplicativos e serviços: Google Docs, Google Sites, APIs (<i>Application Programming Interfaces</i>) Gmail, Meet, Google Talk, Google Calendar, Galeria de soluções.	X	X
Correio eletrônico (e-mail)	A transmissão de uma mesma mensagem pode ser enviada para vários destinatários simultaneamente; uma mensagem pode conter sons e imagens. O e-mail é fácil de usar, amplamente disponível a qualquer usuário da Internet. Por ser uma forma de comunicação assíncrona, permite que as mensagens recebidas sejam analisadas com cuidado antes de serem respondidas.	X	X
Grupos ou Lista de Discussão de Aplicativos de Comunicação (WhatsApp, Telegram, entre outros)	O fato de os aplicativos permitirem o envio de uma mensagem para vários destinatários permitiu que grupos de usuários os utilizassem como meios de discussão de um tema de interesse comum. Existem grupos fechados com um moderador (que permite ou não a inclusão de novos usuários na discussão) e grupos abertos onde qualquer usuário pode fazer parte.		X
Chat	O chat é um canal de comunicação que permite a comunicação online. A principal característica do chat é a comunicação online também possibilitando a comunicação em grupo. No entanto, questões levantadas no chat podem ser aprofundadas em outros momentos com outras ferramentas, como o fórum.	X	X
Fórum	O fórum favorece a interação e propicia a exposição de diferentes pontos de vista a respeito de um tema específico, favorece a aprendizagem. Ocorre assincronamente e deve ter um acompanhamento de um mediador a fim de gerenciar e organizar as discussões.	X	X

Continua na página seguinte

Ferramentas de GC para criação e Compartilhamento do Conhecimento	Descrição	Criação	Compartilhamento
Blog	O blog surgiu com objetivo de facilitar a publicação de textos online sem a necessidade de ter conhecimentos específicos em computação. A facilidade para editar e atualizar contribui para difusão da ferramenta. O blog pode ser pessoal ou coletivo, o seu uso pode ser para a publicação de textos e trabalhos produzidos individualmente ou em conjunto. Além disso, permite a inclusão de comentários. Quando bem utilizados, contribuem significativamente para a produção coletiva de conhecimentos.	X	X
Wikis	É um website colaborativo que permite a edição coletiva de documentos, ou seja, a produção de textos de forma colaborativa. O que diferencia a wiki de um texto comum é que na wiki diversas pessoas podem editar o texto.		X
Facebook	O Facebook é uma rede social onde cada membro tem o seu perfil, e a página inicial é personalizada para cada membro, mostrando feeds de notícias em função de suas preferências previamente determinadas. Entre os usuários pode ocorrer o compartilhamento de fotos, arquivos, links e comentários. Há a possibilidade de grupos abertos e fechados, eventos e de páginas (normalmente institucionais).	X	X
Redes Sociais Especializadas em temas específicos (Linkedin)	Rede social de caráter específico, em que seus membros se preocupam em compartilhar conhecimentos e experiências que impactam ou contribuem para o tema específico. O que colabora com o compartilhamento de conhecimento na rede.	X	X
Plataformas para compartilhamento de conteúdo em vídeo (Youtube, Vimeo, Tik Tok)	Permitem que os usuários carreguem e assistam a vídeos das mais variadas categorias. A facilidade de localização, produção e distribuição de vídeos fez com que o canal seja utilizado também para fins educacionais.		X
Ferramentas de voz e vídeo (Skype, MSN, Zoom, Teams)	Através de ferramentas instantâneas de voz e vídeo é possível comunicar-se em tempo real gratuitamente com pessoas de todo o mundo. Algumas plataformas oferecem ainda um serviço direcionado para educação, onde auxiliam os educadores a utilizarem a ferramenta para ajudar na aprendizagem e para compartilharem experiências e conhecimentos.	X	X

Continua na página seguinte

Continuação do quadro 4

Ferramentas de GC para criação e Compartilhamento do Conhecimento	Descrição	Criação	Compartilhamento
Podcasts	Ferramenta de transmissão de conteúdo em áudio, útil para o compartilhamento do conhecimento, de informações técnicas e casos de sucesso.		X
RSS	O RSS parece ser mais apropriado para compartilhar conhecimento explícito. Geralmente reúne e distribui o conhecimento já publicado em diferentes locais (ex. blogs)		X
Ferramentas de colaboração como portais, intranets e extranets	Sistemas informatizados que capturam e difundem conhecimento e experiência entre trabalhadores/departamentos.		X

Fonte: A autora, adaptado de Batista e Quandt, 2014; Schmitt *et al.*, 2015; APO, 2020.

3.1.4 Ambiente de criação de conhecimento Ba

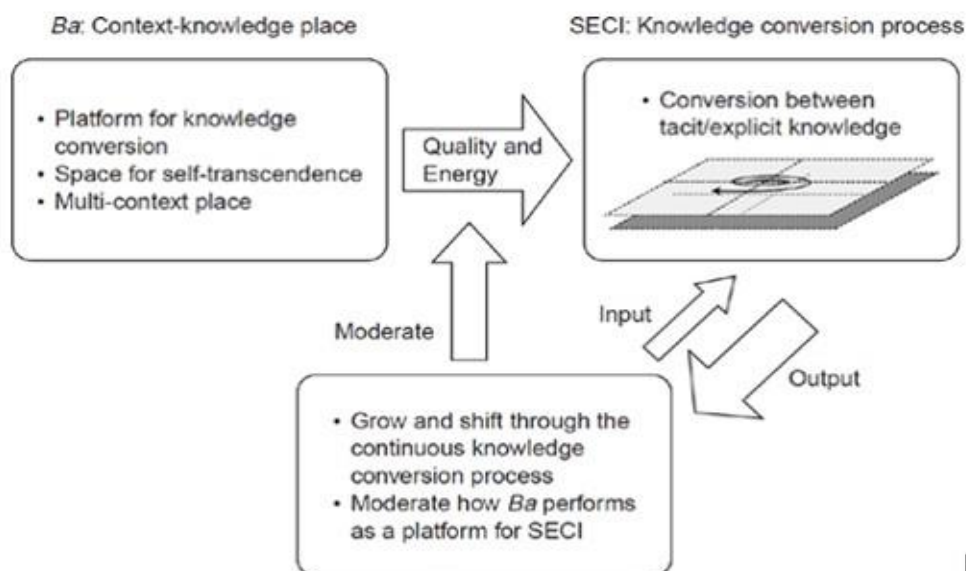
O conhecimento é criado por indivíduos. Isso implica que uma organização não cria conhecimento, mas só pode apoiar indivíduos ou fornecer um contexto de suporte para que eles criem conhecimento. Além disso, o conhecimento é inútil a menos que seja transformado em ação ou compartilhado com outras pessoas (NA UBON; KIMBLE, 2002).

O conceito 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).

Em seu texto, Nonaka e Takeuchi (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) propõe 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 SECI de conversão do conhecimento e moderadores que são ativos do conhecimento, conforme observamos na **Figura 4**:

Figura 4 - Os três elementos de criação de conhecimento



Fonte: Nonaka et al (2000)

Fonte: Nonaka et al., 2000.

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 (TAKEUCHI; NONAKA, 2008).

A criação do conhecimento ocorre com a interação de vários Ba, e conectados, interagindo, formam um Ba maior, denominado “Basho”.

O componente humano no compartilhamento de conhecimento pode levar à criação de novas infraestruturas, no intuito de romper barreiras na busca de um apoio referencial para solução de um problema. Com a possibilidade de uma infraestrutura sem fronteiras físicas e com intercâmbio de experiências, pode-se criar uma infraestrutura nova, como uma nova prática ou um grupo de experiência, que apoie diretamente o compartilhamento de conhecimento na área comum (PROBST, 2002).

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

adquirir novos conhecimentos em um processo contínuo em que vai se aprimorando em uma espiral do conhecimento, como representado na **Figura 5**:

Figura 5 - Representação conceitual do Ba



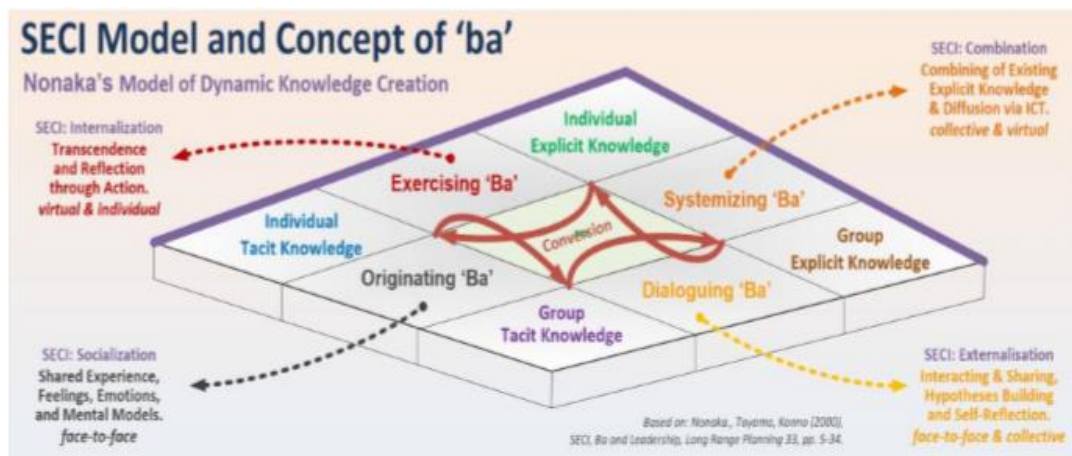
Fonte: Nonaka *et al.*, 2000.

Ao compartilharem seus conhecimentos, os indivíduos adquirem conhecimentos em um Ba para moldá-lo em um novo conhecimento ou inovação prática (PRIBADI, 2010). O espaço onde o conhecimento é criado na perspectiva da GC, chamado de Ba, consiste no lugar onde o indivíduo pode explorar, adquirir, criar, compartilhar e acumular conhecimento para melhoria das suas capacidades individuais. O modelo SECI mostrou que as quatro etapas de conversão do conhecimento podem ser relacionadas à criação do conhecimento em um ambiente virtual, e os processos de interação ocorrem nos tipos de Ba, representados pela explicitação do conhecimento tácito no ambiente virtual, propiciando um espaço favorável para criação do conhecimento.

No entanto, podemos distinguir nossa individualidade pois cada indivíduo pertence a um contexto, com experiências próprias, contido no que podemos chamar, segundo a concepção de Nonaka e Takeuchi (2008), em um Ba, um ambiente que promove a criação do conhecimento. Então, antes que o indivíduo contribua com sua participação em uma discussão, ele traz consigo uma ideia pré-elaborada, uma experiência vivenciada ou uma percepção sobre o assunto de maneira pré-elaborada em seu próprio Ba. Para o contexto virtual, a proposta é *Systemizing* Ba, ou seja, espaço virtual para atividades como networking, colaboração e obtenção de consenso on-line.

Para Buunk, Hall e Smith (2018), os tipos de Ba que podemos encontrar no espaço virtual, são demonstrados na **Figura 6**:

Figura 6 - Modelo SECI e o Ba



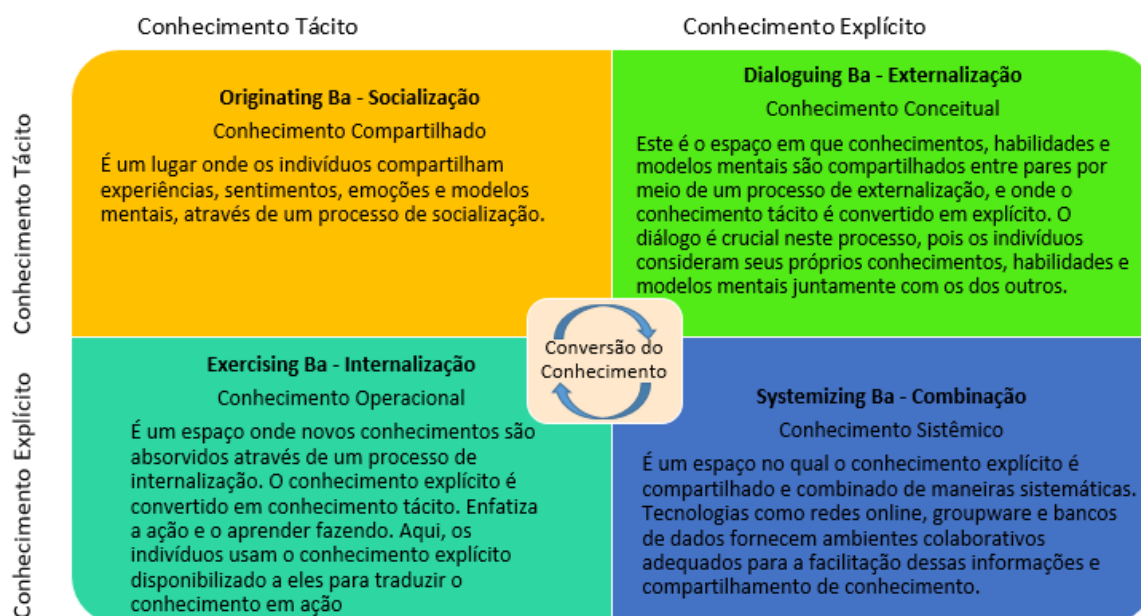
Fonte: Schmitt e Ulrich, 2015.

- 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 on-line.

Segundo Castells (2003), há um paradoxo de dominação e libertação no contexto específico do ciberespaço, que é a rede construída em torno das redes de comunicação da Internet. Pois a forma como vivemos, trabalhamos, prosperamos, sofremos e sonhamos determinará nossas ações sobre nós mesmos, individual e coletivamente. A **Figura 7** ilustra a relação entre os quatro modos de conversão do conhecimento e Ba, inclusive no ambiente virtual.

O compartilhamento do conhecimento pode ocorrer de maneira formal e voluntária, mas também informal e involuntária. Treinamentos e aulas são usados formalmente como meios de compartilhamento de conhecimento. No entanto, o fato de disponibilizar o conhecimento não garante que os receptores o assimilem como tal. Dependerá da forma individual de interpretação dos receptores, ou seja, a capacidade de processar o conhecimento a que foram expostos. Há diversos modelos de compartilhamento, todos com o intuito de entender e promover o compartilhamento do conhecimento. O modelo mais eficaz de compartilhamento vai depender do tipo de conhecimento que está sendo compartilhado.

Figura 7 - Relação entre os quatro modos de conversão do conhecimento e Ba



Fonte: A autora, adaptado de Nonaka e Takeuchi, 2008; Buunk *et al.*, 2018.

De acordo com o modelo sugerido por Alavi e Leidner (2001), consideraremos uma estratégia de compartilhamento do conhecimento, que na **Figura 8** é ilustrado pelas flechas e ocorre em vários níveis e momentos, tais como: compartilhamento entre indivíduos (A), de indivíduos para recursos explícitos (B), de indivíduos para grupos (F), de indivíduos para membro do grupo (G); ainda podemos ter o compartilhamento entre membros do grupo, entre grupos e do grupo para a organização.

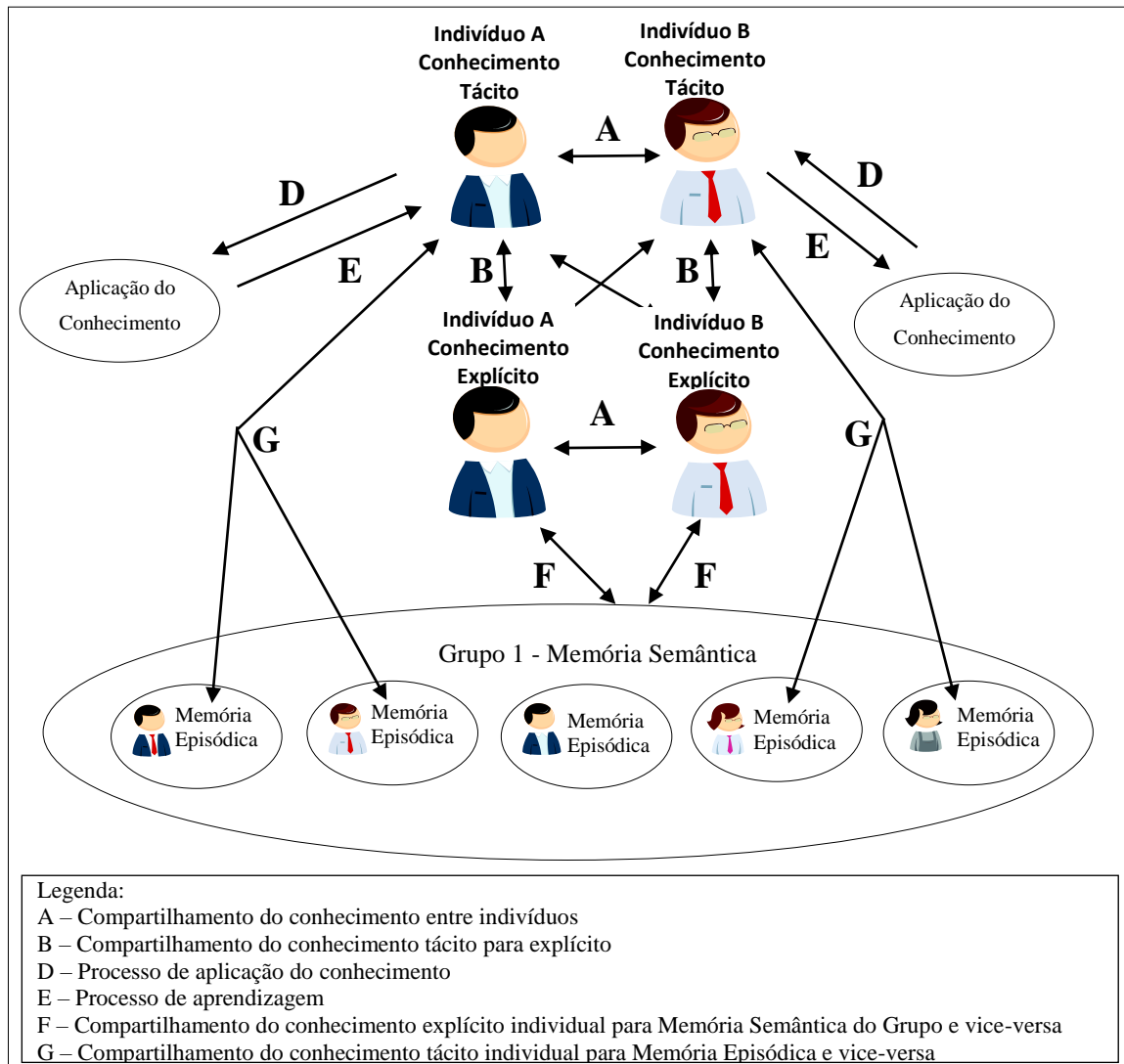
Na estratégia de compartilhamento de conhecimento considerada, são contempladas a Memória Episódica e a Memória Semântica. Para Carmo *et al.* (2018), memória semântica é aquela que governa nosso conhecimento de eventos independentemente de nossa própria experiência pessoal, enquanto a memória episódica encontra-se de forma tácita, está ligada ao nosso senso subjetivo de identidade - nossas experiências pessoais. Ou seja, cada um possui recursos pessoais que interagem com o meio em que está e com os sujeitos com quem se relaciona.

Para Probst (2002), a infraestrutura dos grupos pode disponibilizar conhecimento quase simultaneamente para membros do grupo e, no processo, desenvolvem conhecimento novo e aprimorado. Esse conhecimento novo pode então, por sua vez, ser distribuído e, a cada compartilhamento, novos conhecimentos podem ser associados e novamente compartilhados.

Segundo Shirky (2011), a cultura dos grupos tem grande importância sobre as expectativas de seus membros e sobre o modo como trabalham juntos. Para este, é preciso que

haja coordenação mútua para que se possa extrair algo do tempo e talento compartilhados, sendo uma questão social, e não individual.

Figura 8 - Estratégia de Compartilhamento do Conhecimento



Fonte: A autora, adaptado de Alavi e Leidner, 2001.

No grupo, o valor da contribuição de uma pessoa não é determinado pela sua função ou hierarquia, mas pela importância da informação que ela fornece ao sistema de criação do conhecimento como um todo. O alcance da informação compartilhada - por exemplo, uma sugestão para solução de um problema ou questão lançada no grupo por um membro - passa então a ser matéria-prima à criação de um novo conhecimento, convertendo o conhecimento tácito em conhecimento explícito e vice-versa (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Para Demo (2008), a habilidade formativa e educativa faz parte do saber pensar, e não somente o exercício lógico, pois a mente humana não só percebe significados, mas principalmente cria e recria significados, manipulando símbolos não apenas na dimensão

sintática (como faz o computador digital, algorítmico) mas sobretudo na dimensão semântica, complexa, não-linear. Por isso a troca de experiências no grupo pode ser um celeiro de ideias, e dali surgirem inúmeras soluções devido à interpretação no contexto e realidade de cada um dos membros que buscam a construção de conhecimento para determinado tema.

O que está interno nos indivíduos é exteriorizado e assim generalizado para outros indivíduos. Esse processo de generalização transindividual de padrões de valor e comportamento é chamado na Sociologia de institucionalização. Antigamente, isso acontecia principalmente através da comunicação verbal, mas atualmente os produtos tecnológicos oferecem melhor desempenho. O que era transmitido pela comunicação verbal, é agora externalizado e internalizado através da apropriação de artefatos tecnológicos. No entanto, não devemos cair no equívoco de julgar que as transformações culturais são resultantes apenas ao advento de novas tecnologias e novos meios de comunicação e cultura (CASTELLS, 2003; ROPOHL, 1999; SANTAELLA, 2003).

A socialização ocorre com o compartilhamento de uma dúvida do membro (A) - conhecimento tácito para tácito no ambiente de compartilhamento *Originating Ba*. Na sequência, outros membros externalizam suas opiniões sobre a dúvida de (A) - conhecimento tácito para explícito no ambiente de compartilhamento *Dialoguing Ba*. Em seguida, outro membro do Grupo posta uma aplicação prática sobre a dúvida compartilhada - conhecimento explícito para explícito, no ambiente *Systemizing Ba*. Ocorre então a internalização do conhecimento pelo membro (A) com a interpretação das informações - conhecimento explícito para tácito no espaço *Exercising Ba*.

Criar um ambiente de confiança favorável à aprendizagem é um desafio. A confiança criativa é uma das necessidades para que o indivíduo sinta o anseio em compartilhar seu conhecimento. De acordo com Davenport (1998):

A maioria das pesquisas sobre como os indivíduos processam a informação sugere que estamos longe de ser racionais em sua aquisição e uso. O fato de um item particular ser aplicado a uma decisão depende do local onde encontramos esse item, como ele se relaciona ao que já existe e se estamos preparados para isso. (DAVENPORT, 1998, p. 130).

Nessa mesma perspectiva, Forni (2015, p. 227) diz que “a Internet como meio de informação instantânea corta os caminhos”, ela vem como adjutora em um processo iniciado anteriormente à sua criação.

No entanto, podem-se encontrar barreiras ao compartilhamento do conhecimento, Probst (2002, p. 157) cita dois tipos, que são “as que afetam a capacidade de compartilhar

conhecimento e as que afetam a vontade de fazê-lo”. Podemos elencar algumas dessas barreiras no compartilhamento de conhecimento no grupo, como: a ausência de tempo, o grande fluxo e sobrecarga de informações que circulam no grupo, o temor de repassar o conhecimento e arriscar enfraquecer a própria posição no grupo. Por outro lado, para Hung, Lai e Chou (2015), o compartilhamento de conhecimento nos grupos pode também ocorrer pelos seguintes fatores: reciprocidade, reputação, autoconfiança no compartilhamento de conhecimento, prazer em ajudar os outros, confiança, identificação, expectativas de resultados pessoais, expectativas de resultado relacionadas à comunidade, liderança de opinião e satisfação como uma forma de construção e fortalecimento da posição no grupo.

Nesse contexto, Shirky (2011, p. 18) diz que “o uso de uma tecnologia social é muito pouco determinado pelo próprio instrumento; quando usamos uma rede, a maior vantagem que temos é acessar uns aos outros”. No entanto, devido à complexidade dos sistemas sociais em geral, e sobretudo daqueles com diversos agentes voluntários (como é o caso do grupo) nenhuma simples lista de lições pode funcionar como receita - nem mesmo essa é a finalidade - mas elas podem nos servir como diretrizes, ajudando a evitar que novos projetos enfrentem determinadas dificuldades já experimentadas e superadas por outros membros.

3.2 CULTURA MAKER E A MODALIDADE STEAM

A cultura Maker³, aquele que cria, constrói, tem na originalidade sua característica mais marcante. Também contempla elementos de teorias do “aprender fazendo” com ferramentas e diferentes tipos de materiais (MARTIN, 2015). Além disso, traz a proposta do aprendizado coletivo, reunindo participantes em torno de uma tarefa comum (VYGOTSKY, 1978). Para Doutgherty (2015), que está na vanguarda do universo Maker, em entrevista ao jornal *O Estado de São Paulo*, afirma que as pessoas são a verdadeira estrutura desse universo. Ele ressalta ainda que “a vontade de criar existe em todos os seres humanos e ultrapassa qualquer talento”.

Segundo Blikstein (2020, p. 526) “O Movimento MAKER, fundamentando-se na cultura do ‘faça você mesmo’, do inglês *Do-it-Yourself* (DIY), é apenas um dos pilares da educação *maker*”. Para Nascimento e Polvora (2018), os *makers* são agentes de vanguarda na criação, experimentação, produção e distribuição de novas soluções tecnológicas e, como tais,

³ *Maker*: criador, construtor.

líderes na geração de inovações disruptivas que afetam amplamente as organizações científicas, econômicas, educacionais ou governamentais.

A proposta da cultura *maker* é despertar a curiosidade, a inquietude para transpor obstáculos e limitações e agir. Uma série de atividades focadas em projetar, construir, modificar e/ou reaproveitar objetos materiais, para fins lúdicos ou úteis, orientada para fazer "produtos" de algum tipo que possam ser usados, interagidos ou demonstrados. Para o desenvolvimento do projeto, pode envolver técnicas tradicionais de artesanato (por exemplo, costura, marcenaria etc.) e muitas vezes envolvendo o uso de tecnologias digitais, seja para execução (por exemplo, cortadores a laser, máquinas CNC, impressoras 3D) ou dentro do design (por exemplo, microcontroladores, LEDs) (MARTIN, 2015).

De acordo com Gavassa *et al.* (2016), entre as décadas de 1990 e as primeiras décadas de 2000, a cultura do “faça você mesmo” se manifestou. No entanto, foi com o lançamento da Revista *MAKER Movement*, em 2005, e da primeira *Feira MAKER*, em 2006, na Baía de São Francisco, na Califórnia, que surgiu o Manifesto MAKER, postulando uma série de premissas que caracterizam essa cultura, algumas delas sendo: todo mundo é MAKER; “o mundo é o que fazemos dele”. “Se você pode sonhar com algo, você pode realizar isso”; ajudam-se uns aos outros para fazer algo e compartilham uns com os outros o que criaram; não são apenas consumidores, são produtores, criativos; sempre perguntam o que mais podem fazer com o que sabem; não são vencedores, nem perdedores, mas um todo fazendo as coisas de uma forma melhor; empreendedores.

Nesse contexto, Chris Anderson, responsável pela criação e disseminação dessa cultura, em uma entrevista ao jornal *Folha de São Paulo* em 2013, diz que “o mundo muda não por causa da tecnologia, mas das pessoas que a utilizam. Quando novas tecnologias se espalham, elas se democratizam, chegam às mãos das pessoas comuns”. Ainda destaca três características principais: o uso do computador, ferramentas digitais e um padrão cultural de compartilhamento de designs e colaboração online, tudo para facilitar o compartilhamento e interação rápida (ANDERSON, 2012).

Em seu texto, Demo (2008, p. 14) declara que “em sociedades que prezam mais o conhecimento como fundamento imprescindível da autonomia do indivíduo e da sociedade, bem como da economia, estudar não se vincula a procedimentos instrucionistas, mas tendencialmente à dedicação desconstrutiva/reconstrutiva sistemática”. Sob esse mesmo olhar, Polanyi (2010) defende que, assim como uma teoria matemática apenas se pode aprender praticando, o verdadeiro conhecimento encontra-se na habilidade do uso. No

entanto, destaca também que uma integração explícita não pode substituir as suas contrapartes tácitas, sendo ambos importantes e necessárias:

[...] tornar o assunto mais próximo da vida dos alunos, não necessariamente em termos utilitários imediatos, mas como algo que passa pela vida real. Alguns chamam a isto de “aprendizagem situada”, indicando a pertinência concreta do que se faz em sala de aula. Aprendizagem situada pode ser favorecida pelos cenários virtuais: ainda que simulados, podem tornar os assuntos mais palpáveis, visíveis, experimentáveis, à medida que se constroem plataformas em 3D, por exemplo (DEMO, 2008, p. 37).

Halverson e Sheridan (2014) conceituam a cultura *maker* em torno de nove ideais: fazer, compartilhar, dar, aprender, usar ferramentas (ou seja, acesso seguro a ferramentas necessárias), jogar, participar, auxiliar e mudar. A proposta da cultura *maker* é, portanto, o protagonismo, o aluno como agente e a disponibilidade de recursos para que este empreenda. Em outra perspectiva do aluno como agente, Demo (2008, p. 18) declara que “aprender não advém necessariamente de ensinar, porque é dinâmica de dentro para fora, tendo o aprendiz na condição de sujeito, não de ouvinte”.

No contexto de um ambiente convidativo e propício para o desenvolvimento da cultura *maker* e o empoderamento para o protagonismo do aluno, encontramos maiores chances de sucesso. Segundo Blikstein, Valente e Moura (2020, p. 526), o coletivo constituído pelos *makers* reúne adeptos em espaços físicos com objetos tradicionais e máquinas de fabricação digital, chamados espaços maker, makerspaces, hackerspace, FabLabs, FabLearn labs e outras denominações. Destaque nesses espaços para a presença da coletividade no aprendizado e produção:

A grande maioria dos espaços considerados pertencentes à cultura *maker* possuem enfoque na comunidade global para a inovação. Assim, suas atividades comportam designers, engenheiros em diversas áreas, artistas, programadores e estudiosos de outras áreas que estimulam a capacidade dos futuros inventores, inovadores e pessoas que querem mudar e melhorar o mundo em que vivem (BECKER; TENÓRIO, 2018, p. 02).

O surgimento dos FabLabs no começo da década de 2000 é um importante pilar do movimento *maker*. Criado por Neil Gershenfeld e colaboradores no *Massachusetts Institute of Technology Media Lab* (MIT), consistia em um espaço de fabricação digital de relativo baixo custo e passaram a levar o modelo para fora do campus. Nesses espaços, por meio do acesso a ferramentas de fabricação digital, alunos estudavam além-fronteiras, se expandindo para comunidades, museus, bibliotecas, feiras de ciências e, por fim, alcançando as instituições de ensino (BLIKSTEIN, 2020).

Blikstein (2013) menciona a relevância da fluência com a tecnologia não só como mais uma habilidade profissional ou uma maneira de treinar futuros pesquisadores de Ciências, tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), mas que o conhecimento é valioso para todos os cidadãos.

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.

3.3 ENSINO STEM, STEAM E MAKER

A proposta crucial da educação STEAM é qualificar indivíduos para atender às necessidades do mercado de trabalho do século XXI (GIANNAKOS *et al.*, 2017). O objetivo é preparar o estudante para resolver os problemas através de inovação, criatividade, pensamento crítico, comunicação e colaboração e novo conhecimento também fora do contexto acadêmico (HERRO *et al.*, 2016; FIGUEIROA, 2018).

A prática educativa é um fenômeno social e universal, sendo uma atividade necessária à existência e funcionamento de todas as sociedades. Cada sociedade precisa cuidar da formação dos indivíduos em todas as esferas, auxiliar no desenvolvimento de suas amplas capacidades e prepará-lo para a participação ativa e transformadora nas várias instâncias da vida social. Tal prática não deve ser apenas uma exigência da vida em sociedade, mas também um processo de capacitação e provisão dos conhecimentos e experiências culturais que os habilitam a atuar no meio social e a transformá-los em função de necessidades da coletividade (LIBÂNEO, 2006).

Sveiby (1998) expõe que a competência de um indivíduo consiste em cinco elementos dependentes entre si:

Conhecimento Explícito. O conhecimento explícito envolve conhecimento dos fatos e é adquirido principalmente pela informação, quase sempre pela educação formal. • Habilidade. Esta arte de "saber fazer" envolve uma proficiência prática - física e mental - e é adquirida sobretudo por treinamento e prática. Inclui o conhecimento de regras de procedimento e habilidades de comunicação. • Experiência. A experiência é adquirida principalmente pela reflexão sobre erros e sucessos passados. • Julgamentos de valor. Os julgamentos de valor são percepções do que o indivíduo acredita estar certo. Eles agem como filtros conscientes e inconscientes para o processo de saber de cada indivíduo. • Rede social. A rede social é formada pelas

relações do indivíduo com outros seres humanos dentro de um ambiente e uma cultura transmitidos pela tradição (SVEIBY, 1998, p. 42).

Os conceitos de habilidades e competências têm recebido diferentes versões interpretativas, de diversos autores e órgãos. Campos (2012, p. 17-18) traz outra perspectiva ao conceituar habilidades e competências:

Competência é a capacidade de mobilização de recursos cognitivos, afetivos e emocionais que ocorre numa situação determinada e que se manifesta em situações reais, imprevisíveis, inusitadas e contingentes. [...] Habilidades referem-se ao domínio do fazer com eficiência. Adquirem-se habilidades em situações artificiais, por exemplo, no laboratório ou por meio de simulações. (CAMPOS, 2012, p. 17-18).

Em seu texto, o autor conceitua competência e habilidades no campo do conhecimento tácito para o explícito. Para esta pesquisa é adotado o elenco de habilidades e competências trazidos pela UNESCO em seu glossário:

Diferentes organizações, incluindo também parcerias e consórcios, definiram e endossaram marcos de competências/habilidades essenciais usando diferentes focos, ênfases, agrupamentos e terminologias. A maioria dos marcos parece convergir para um conjunto comum de habilidades ou competências para o século XXI: colaboração, comunicação, alfabetização em tecnologias de informação e comunicação (TIC) e competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania). A maioria dos marcos também menciona criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas. Nos diversos marcos, reconhece-se que as TIC estão no centro das habilidades para o século XXI, consideradas especificamente tanto (a) um argumento para a necessidade de habilidades para o século XXI quanto (b) um instrumento que pode apoiar a aquisição e a avaliação dessas habilidades. Além disso, o rápido desenvolvimento das TIC requer um conjunto totalmente novo de competências relacionadas a elas e à alfabetização (UNESCO, 2016, p. 53-54).

Perspectiva semelhante encontra-se no *Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI*, de Delors (2010), que expõe diretrizes para orientar a educação do século XXI nos países em desenvolvimento, apresentando proposições sobre a forma de aprender e educar.

Nesse contexto, é importante o destaque que a SBC (2019) salienta sobre as Diretrizes para o Ensino de Computação na Educação Básica, em que postula a necessidade da computação ser ensinada com intencionalidade, é preciso que os professores saibam quais habilidades precisam ser trabalhadas e como essas habilidades contribuem na formação do aluno. Ou seja, pode ser coadjuvante no ensino de outras ciências, colaborando para uma melhor aprendizagem por ser uma ciência que estuda as formas de representação da informação e o processo de resolução de problemas em si, sendo transversal às outras ciências, não concorrente.

Para Lévy (2004, p. 174), a “interiorização das tecnologias intelectuais pode ser muito forte, quase um reflexo, como podem sê-lo o conhecimento de uma língua natural, a leitura e escrita de ideogramas ou alfabetos, os sistemas de numeração e medida”. Segundo a perspectiva desse autor, os elementos tecnológicos a que as crianças estão expostas e interagem a todo momento – tais como videogames, computadores, internet – são denominadas tecnologias intelectuais.

É possível verificar no texto de Perrenoud (2002, p. 137) uma reflexão histórica sob a perspectiva do ensino de habilidades e competências e formação holística do aluno:

Desde o *Trivium*, currículo básico na Grécia Clássica, composto pelas disciplinas de Lógica, Gramática e Retórica, certamente o que se visava não era ao desenvolvimento destas enquanto disciplinas, muito menos à formação de lógicos ou linguistas; visava-se à formação do cidadão, do habitante de *polis*, à formação política. Depois do *Trivium*, havia o *Quadrivium*, composto pelas disciplinas de Música, Aritmética, Geometria e Astronomia, por meio das quais se buscava um aperfeiçoamento ou uma afinação da mente. Apenas no final da Idade Média, ou no limiar da Ciência Moderna, ocorre paulatinamente uma inversão nas funções das disciplinas clássicas, passando a Matemática e a Física, ainda que sob o rótulo mais amplo de Filosofia Natural, a compor o instrumental para a formação básica e o interesse pelas Letras e pela Retórica a ser associado ao polimento do espírito. (PERRENOUD, 2002, p. 137).

É importante destacar a presença e relevância do conhecimento tácito quando é citada a busca pela afinação da mente, polimento do espírito.

Angeloni (2010) faz uma leitura contemporânea da comunicação em relação à GC, quando cita que a necessidade de compartilhar o conhecimento gera a necessidade de intensificar os processos de comunicações do indivíduo nas organizações. Sendo a comunicação uma das habilidades e competências do século XXI requeridas do cidadão, desempenha papel determinante na criação, no aprendizado e no compartilhamento, permitindo um processo de aprendizagem contínua, que necessita da interação humana. Além disso, a comunicação auxilia na explicitação do conhecimento.

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 (SANDERS, 2012; MARTIN, 2015).

O termo STEM foi inicialmente nominado pela *National Science Foundation* (NSF) em meados da década de 90 como *SMET*, nas últimas décadas começou a ter destaque e visibilidade, quando em 2001 uma das diretoras do NSF sugeriu o termo STEM em

substituição ao SMET (PUGLIESE, 2017). Recentemente foi sugerido o acréscimo do ‘H’ de humanidades, formando *STHEAM*, visando o aperfeiçoamento das competências comportamentais. A evolução do termo tem ocorrido e surgem novas sugestões com intuito da contemplação de novas habilidades a serem consideradas para o desenvolvimento global do aluno. Na **Figura 9** podemos ver os principais motivos que originaram o termo:

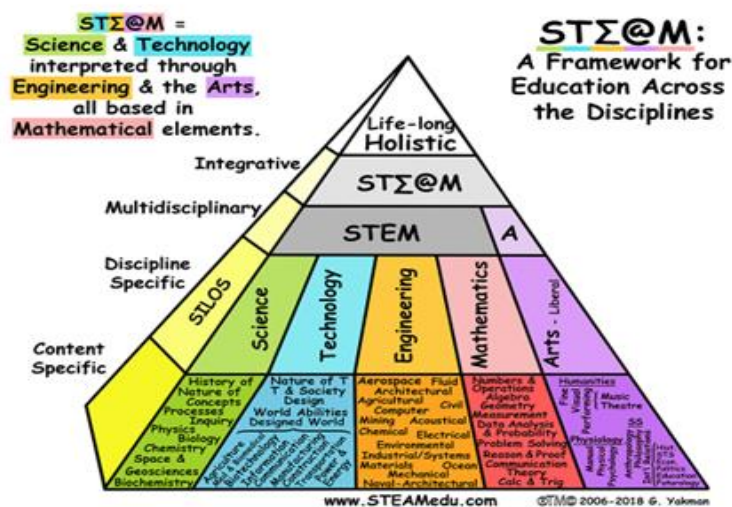
Figura 9 – A origem do STEM



Fonte: Portal Porvir, disponível em: <http://porvir.org/>.

A história da educação STEAM pode ser representada pela pirâmide que relaciona todas as áreas temáticas entre si e os mundos empresarial e de desenvolvimento social. A **Figura 10** representa o modelo proposto pelas primeiras pesquisas de Georgette Yakman em 2006:

Figura 10 - Pirâmide da História da Educação STEAM



Fonte: Yakman, 2018, disponível em: <https://steamedu.com/>.

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.

Instrumentos que utilizamos e muitas vezes não conhecemos a origem da invenção, como o estetoscópio, que foi inventado por um flautista e médico francês chamado René Laennec, que registrou suas primeiras observações de sons cardíacos em notação musical. As técnicas de sutura usadas para transplantes de órgãos foram adaptadas da confecção de rendas por outro francês, o prêmio Nobel Alexis Carrel. Outro exemplo é a invenção de Earl Bakken, que baseou seu marca-passo em um metrônomo musical. O origami japonês inspirou *stents* médicos e melhorias na tecnologia do airbag do veículo. (ROOT-BERSTEIN, 1995; 2015).

Os laureados com o Nobel de Ciências, comparados com um cientista comum, são dezessete vezes mais propensos a serem pintores, doze vezes mais propensos a serem poetas e quatro vezes mais a serem músicos. Em suma, há uma correlação estatística convincente entre os altos níveis de sucesso criativo e competências em Matemática, Ciências e Engenharia, e ainda a presença em artes desde a infância até a carreira profissional (ROOT-BERSTEIN, 1995).

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 (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 legitimará 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, 2020).

Em seu texto, Rushkoff (2012) destaca que a era industrial compele as pessoas a repensarem os limites do corpo humano: onde termina o corpo e onde começa a ferramenta? Já a questão na era digital é repensar os limites da mente humana: quais são os limites da cognição? Outra perspectiva apresentada pelo autor é em relação à influência real nos hábitos e pontos de vista, atrelada ao que é conhecido como neuroplasticidade, ou seja, os cérebros

mudam dependendo do que é feito e um cérebro que aprende com computadores se estrutura de maneira diferente do que um cérebro que aprende com livros.

Outra perspectiva sobre o desenvolvimento do indivíduo na era digital é a intencionalidade no uso, sem negligenciar os cuidados com o desenvolvimento de outras importantes habilidades a serem desenvolvidas. As psicólogas e autoras Silva e Santos (p. 5, 2018) citam que o tempo que as crianças passam em frente a tela do celular podem gerar isolamento, problemas de autoestima, dificuldade no desenvolvimento de empatia, além da contribuição para obesidade: “a tecnologia é uma conquista positiva, mas deve-se usá-la com conhecimento de seus benefícios e malefícios”.

As transformações que têm ocorrido - bem como o amplo desenvolvimento tecnológico da sociedade nas últimas décadas - propõem constantemente a repensar novas maneiras de produzir soluções, propor novas ideias sobre como reinventar processos, visando à melhoria contínua e o desenvolvimento pessoal.

Para Silva e Santos (2018), na Modernidade Líquida, conceito criado por Zygmunt Bauman para trabalhar a fluidez das relações na nossa atual realidade, destacam o prejuízo nas relações interpessoais, falta de código de conduta e ética. O uso inadequado das tecnologias reforça essa tese. Percebe-se que grande parte da população deixou de ter relações sociais saudáveis e preferem passar maior tempo com um aparelho eletrônico. É fundamental a conscientização para a intencionalidade no uso das tecnologias, a fim de que o uso se converta em benefícios e traga desenvolvimento ao indivíduo.

O incremento do uso da tecnologia tem sido uma preocupação constante entre os especialistas em educação pelo aumento no uso e a baixa na aptidão tecnológica entre os usuários.

Os dados divulgados pela OECD sobre o percentual da matrícula de graduação entre os países da OECD e o Brasil estão representados na **Figura 11**. Evidenciam o perfil do estudante brasileiro e o potencial a ser desenvolvido com a ascensão do ensino STEAM. Como na maioria dos países da OECD, o campo de estudo amplo mais comum no nível superior no Brasil são negócios, Administração e Direito, responsáveis por 31% dos recém-formados. O segundo mais popular é a Educação, com 20% dos graduados, mais que o dobro da média da OECD, seguido pela Engenharia, fabricação e construção (14%) (OECD,2019).

As preocupações de que a proficiência STEAM esteja diminuindo em alguns países como 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, despontará 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 IA (Inteligência artificial), cibernética, tecnologia quântica, robótica, armas hipersônicas e até mesmo impressões 3D.

Figura 11 – Percentual de matrículas de graduação

**Distribuição percentual da matrícula de graduação
Países da OCDE (2017) e Brasil (2018)**

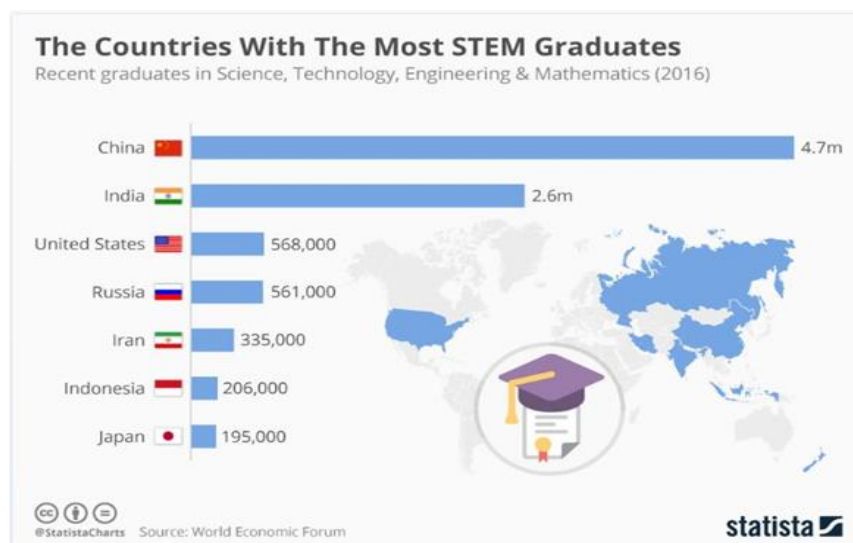


Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior, Education at a Glance (OCDE).

Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior, Education at a Glance (OECD) apud Ricam Consultoria, disponível em: ricamconsultoria.com.br.

A **Figura 12** traz os países com maior número de alunos graduados em STEM em 2016.

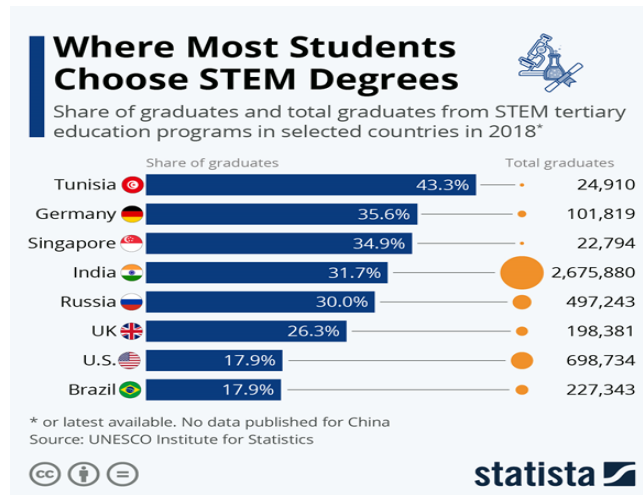
Figura 12 - Graduados em Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática no ano de 2016



Fonte: Fórum Econômico Mundial, 2016. Disponível em: <https://www.statista.com/chart/7913/the-countries-with-the-most-stem-graduates/>.

A política educacional tem alto peso em um país e é retratada na formação de uma população qualificada, preparada para o desenvolvimento e produtividade do país. Vale destacar a complexidade da política educacional que perpassa da adesão até a evasão dos alunos. Uma curiosa observação é a comparação, entre alguns países, do percentual de graduados que escolhem cursos STEM e a quantidade de alunos que concluem a graduação, conforme **Figura 13**:

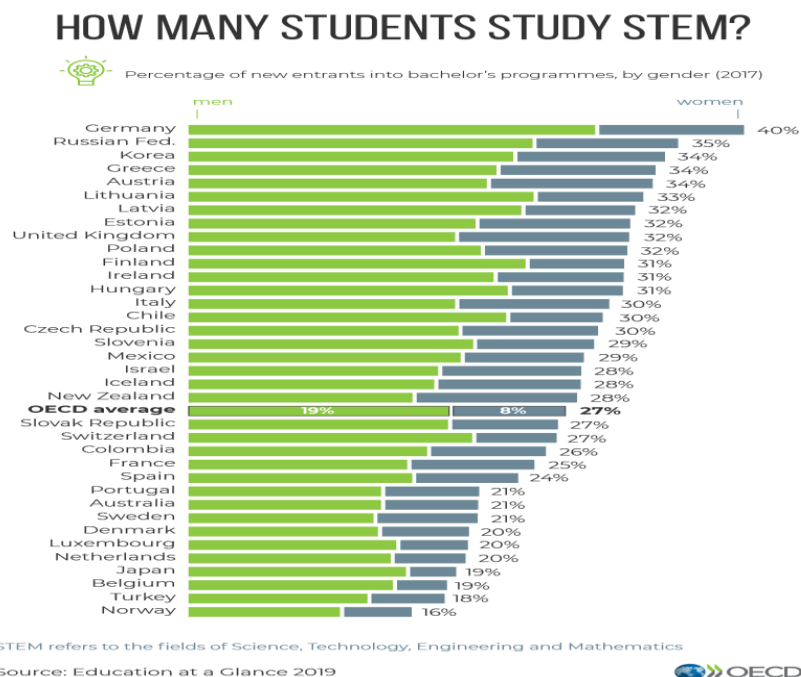
Figura 13 - Participação e o total de graduados STEM em países selecionados em 2018



Fonte: Instituto de Estatísticas da UNESCO.

Além disso, temos com predominância os estudantes masculinos nas áreas STEM, conforme podemos observar na **Figura 14**:

Figura 14 - Percentual de estudantes STEM por gênero



Fonte: Education at a Glance (2019) apud Ricam Consultoria

Para Anderson (2012), o movimento Maker é como “uma nova revolução industrial”, tendo como sua característica marcante o compartilhamento, a democratização dos projetos e tecnologias para todas as pessoas. No entanto, conforme observamos, a realidade ainda não cumpre totalmente com a proposta original.

3.3.1 Práticas de ensino e aprendizagem STEAM nos ambientes físico e virtual

Em 2014 foi criado um conceito de Ambientes Educativos Inovadores (AEI) pelo European SchoolNet (EUN), o *Future Classroom Lab* (FCL), visando promover a modernização tecnológica e pedagógica das salas de aula tradicionais, em que imperava o ensino centrado na transmissão de conhecimento. O projeto visava o desenvolvimento de competências e habilidades do Século XXI nos alunos, em consonância com as políticas educativas do Ministério da Educação Português, disponibilizando orientações e formação de professores em metodologias e práticas pedagógicas. Além de potencializar novas formas de interação entre aluno, professor e conteúdo (FIGUEIROA, 2018):

Os Ambiente Educativos Inovadores (AEI) são espaços de trabalho pensados e desenhados para o desenvolvimento de aprendizagens ativas, centradas nos alunos e onde a tecnologia pode assumir um papel determinante no enriquecimento desses mesmos espaços (FIGUEIROA, 2018, p. 7).

Por meio de um estudo realizado pelo Instituto de Educação (IE) de Lisboa, foram constatados os três principais motivos que conduziam a criação dos AEI pelos Diretores e Professores das escolas: a promoção de novas metodologias de aprendizagem; a motivação e o aumento da qualidade do ensino; e uma nova lógica de organização do espaço da sala de aula. Reconhecendo os três principais pontos para mudança efetiva do modelo tradicional de ensino, o trinômio promotor de mudança (**Figura 15**): espaço, metodologia e tecnologia. (FIGUEIROA, 2018):

Figura 15 – Trinômio promotor de mudança



Fonte: A autora, adaptado de Figueroa, 2018.

Quando estamos em espaço físico, torna-se necessária a possibilidade da alteração e reorganização rápida da sala de aula, considerando mobilidade e portabilidade dos

equipamentos, facilitando a colaboração e flexibilidade para realização das atividades: “sabemos que o espaço condiciona a forma como o professor ensina e o aluno aprende” (FIGUEROA, 2018, p. 29).

Uma nova forma de organização a fim de propiciar em sala de aula um espaço de reflexão e conexão entre áreas do conhecimento é fundamental:

Anexos a sala de aula, como a bibliotecas, o laboratório de informática, multimídia, ciências e outros ambientes comumente presentes nos prédios escolares, embora propiciem variados acessos à informação acabam por produzir fragmentações pedagógicas visto que se localizam em distintos espaços arquitetônicos e, portanto, diferentes informações serão acessadas em distintos instantes de tempo durante os processos de ensino-aprendizagem. (CARVALHO NETO, 2018, p. 22).

Concebido sob essa perspectiva, o *Future Classroom Lab* foi desenvolvido sobre um desenho com layout sugestivo para o Ambiente Educativo Inovador (**Figura 16**) em que podemos identificar o espaço de aprendizagem dividido em 6 zonas de aprendizagem: Interagir, Apresentar, Investigar, Criar, Desenvolver e Compartilhar. Para cada espaço há um conjunto de recursos tecnológicos e pedagógicos preparados para produzirem significado à aprendizagem do aluno:

Figura 16 – Layout do AEI com as zonas de Aprendizagem



Fonte: FIGUEROA, 2018, p. 31.

De acordo com a **Figura 16**, e adaptado de Figueiroa (2018, p. 32-34), cada um dos espaços e a proposta para a prática intencional das atividades em cada um deles dão destaque para o potencial uso de recursos digitais e virtuais em um ambiente físico:

- a) **Criar** - os alunos trabalham com atividades de construção de conhecimentos reais. Interpretação, análise, trabalho em equipe e avaliação são partes importantes do processo criativo. É possível criar uma apresentação dos resultados obtidos, recorrendo à edição de vídeo ou equipamento multimídia;
- b) **interagir** - nesse espaço é possível que todos os alunos estejam envolvidos ativamente. Nesta zona a aprendizagem envolve atividades tanto dos professores como dos alunos. Por exemplo, quando os alunos respondem a perguntas ou interagem com sistema de perguntas e respostas, podendo ser através de dispositivos móveis;
- c) **apresentar** - é importante aprender a compartilhar e comunicar, recebendo feedback pelo trabalho desenvolvido. Nesta área dedicada às apresentações, os alunos podem usar diversas ferramentas para criar, compartilhar, receber feedback e publicar as suas produções ou resultados de pesquisas sobre um assunto. É uma zona de apresentação do problema inicial e do resultado obtido após o trabalho;
- d) **investigar** - é importante que os alunos investiguem, desenvolvendo competências importantes como o pensamento crítico. A investigação pode ocorrer através de leitura, observação, realização de experiências, organização de pesquisas, uso de robôs. Nesta área os alunos podem pesquisar, construir modelos, recolher dados e informações, testar ideias e avaliar resultados. Nesta área pretende-se realizar a investigação necessária para a resolução do problema proposto;
- e) **compartilhar** - momento importante para aprender a compartilhar e a trabalhar em cooperação. Nesta área os alunos trabalham em pares ou em grupo, enquanto pesquisam, criam ou apresentam. Nesta área poderá ser feita a investigação e criação do produto a apresentar, recorrendo aos mais diversos recursos;
- f) **desenvolver** - é a área de aprendizagem informal e de autorreflexão. Os alunos trabalham de forma independente e ao seu próprio ritmo, usando - ou não - dispositivo móvel para acessar recursos online e ambientes virtuais de aprendizagem. Os alunos podem pesquisar sobre o que pretendem, construir seus portfólios de aprendizagem. Nesta área é importante a reflexão e autoavaliação das aprendizagens.

A aprendizagem em um mundo virtual não ocorre de forma tradicional, com acúmulo de fatos e informações, mas ela agrega outros elementos paralelos ao ato central da aprendizagem. Isso envolve conceitos como colaboração, construção de relacionamentos, resolução de problemas e existência, não em um, mas em dois mundos, ou seja, por meio da presença social. A natureza da aprendizagem em um mundo virtual permite que essas conexões se desenvolvam pois os alunos que não estão sobrecarregados por normas do "eu real" podem ter experiências e resultados de aprendizagem aprimorados. Os mundos virtuais

fornece espaços para encorajar o *brainstorming* e a discussão de ideias emergentes. Eles são um espaço para moldar ideias emergentes (GREGORY *et al.*, 2019).

Para proporcionar a interação do aluno com o conteúdo proposto, temos inúmeras possibilidades de ferramentas digitais para aplicação das práticas pedagógicas e metodologias para aquisição do conhecimento, tais como plataformas e apps. A seguir apresentamos exemplos de cenários de inovação tecnológica, os quais foram adaptados a partir de Figueroa (2018, p. 35-36):

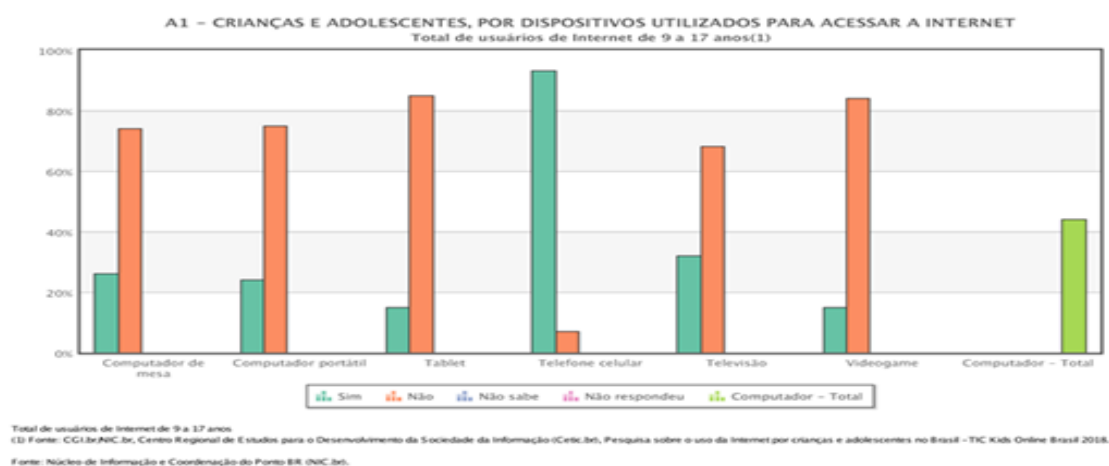
- a) **Mobile learning (SHARPLES; TAYLOR; VAVOULA, 2005)** - Mobile Learning (*m-Learning*) é a expressão utilizada para designar um cenário baseado na aprendizagem de tecnologias móveis, em qualquer hora, em qualquer lugar sobre qualquer conteúdo;
- b) **flipped classroom (BERGMAN; SAMS, 2014)** - É uma metodologia ativa amplamente conhecida, derivada do ensino híbrido. Seu diferencial reside no uso da tecnologia – especialmente a internet, pois mistura a experiência digital e de sala de aula, potencializando o aprendizado. Composto por três momentos distintos: antes, durante e depois da aula. No tempo antes da aula, os alunos interagem individualmente com o conteúdo multimídia disponibilizado previamente pelo professor. Durante a aula o aluno explora com maior profundidade e debate os conceitos estudados previamente, podendo nessa fase o professor interagir de forma individual com cada aluno. Após a aula, o aluno aprofunda os conhecimentos através de uma avaliação de conhecimento e produção de conteúdo, podendo em qualquer momento rever as suas aprendizagens ao seu ritmo de aprendizagem;
- c) **digital storytelling (LAMBERT, 2002)** - Cenário de inovação pedagógica para criar narrativas de momentos ou eventos relacionados com um conteúdo (contar uma história) usando a multimídia;
- e) **project based learning (BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION, 2009)** - Os alunos constroem seus saberes de forma colaborativa, por meio da solução de desafios através de uma pequena investigação, construindo uma questão de partida, um envolvente, autêntico e complexo problema ou desafio, que resultará na apresentação de um produto. O educador pode incluir tecnologias como vídeos ou fóruns digitais, além de propor atividades que envolvam elementos concretos, como cartazes e maquetes;
- f) **problem based learning (BOUD; FELETTI, 1997; BARROWS, 1996)** - Metodologia centrada na atividade do aluno que resolve colaborativamente as situações-problema, se constrói o conhecimento através de debates e júris, discutindo em grupo um problema. As etapas do PBL envolvem o consenso em relação aos conceitos referentes ao problema, o levantamento de hipóteses para a resolução, a categorização das ideias e dos conhecimentos, o aproveitamento de ideias mais importantes, a definição de objetivos, a aprendizagem individual e a reconfiguração das áreas envolvidas no problema;

- g) *game based learning* (JAFFE, 2007)** - A utilização de elementos como jogos e desafios em situações de sala de aula. Exploração do poder dos jogos digitais para envolver os alunos na aprendizagem;
- h) *gamification* (KAPP; BLAIR; MESCH, 2012)** - Utilização dos elementos e mecânicas dos jogos para envolver os alunos na aprendizagem. A Gamificação não é o jogo. A gamificação é uma excelente maneira de ajudar estudantes a perderem a resistência diante de temas complexos.

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; CHANG; LIU, 2016).

Com a ascensão da tecnologia digital, os alunos já são nativos digitais, ou seja, interagem nesse ambiente com frequência e desde muito cedo. Sendo assim, cabe aos educadores inserirem essa tecnologia e potencializarem suas práticas pedagógicas. Quando usadas de forma apropriada e consciente, essas tecnologias fornecem aos professores um conjunto de ferramentas para enriquecerem a sua prática letiva e o processo de ensino e aprendizagem. O acesso à tecnologia por meio de dispositivos móveis também coopera para esse bem. Considerando os atributos da conectividade do ambiente virtual, que amplia o acesso à informação e às formas de comunicação, pelos aspectos cognitivos por meio de recursos em vários formatos (texto, imagem, som e vídeo), tem sido reconhecido como objetos de aprendizagem. (ATTEWELL; SAVILL-SMITH, 2014; SHUM; CRICK, 2012). A **Figura 17** ilustra o acesso aos dispositivos para conexão à internet de crianças de 9 a 17 anos no Brasil e ressalta o acesso por telefone celular:

Figura 17 - Acesso à internet por dispositivos



Fonte: IBGE Educa, 2018. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/>.

A tecnologia, é especialmente usada para busca de informações através de pesquisas na internet, comunicação (e-mail e mensagens instantâneas) e produção (digitação e criação de multimídia). Podem também promover ambientes favoráveis ao desenvolvimento dos alunos através de ferramentas virtuais colaborativas, como construção de mapas mentais, atividades em grupo, discussão e interações:

Tamim *et al.* (2011) revisaram 25 meta-análises conduzidas ao longo de 40 anos para concluir que o aluno médio em uma sala de aula com tecnologia terá desempenho 12 pontos percentuais mais alto do que um aluno em um ambiente tradicional sem TIC. O tamanho do efeito é maior quando a tecnologia é usada para apoiar os alunos a alcançar o aprendizado (por exemplo, o uso de simuladores ou processadores de texto para criar documentos), em vez de entregar conteúdo (por exemplo, instrução baseada em computador). (PETERSON *et al.* (2018. p. 96).

Em outra perspectiva, as análises do PISA (OECD, 2015) indicam que os índices de aprendizagem não evoluem em países que investem fortemente em tecnologia sem integrá-las de forma adequada ao ambiente educacional. Além disso, constatou-se que os aplicativos que geram bons resultados são aqueles que ativam processos cognitivos complexos, envolvidos na aprendizagem profunda e significativa, tais como interação com simulação, interações e discussões colaborativas. Ressalta-se o papel da Pedagogia que, aliada à tecnologia, motivam e aumentam o interesse dos alunos pelo conteúdo (PETERSON, *et al.*, 2018).

Na sequência apresentamos alguns exemplos de sites e APPs com conteúdo STEAM:

- a) **Scratch** é uma ferramenta de codificação de computador projetada para aumentar a alfabetização digital. É uma linguagem de programação visual composta de código de bloco, gratuita, desenvolvida pelo grupo Lifelong Kindergarten no MIT Media Lab. (KOC; DEMIRBILEK, 2018);
- b) **SketchUp** é um programa de design que foi apoiado pelo Google. Ele usa as mesmas metodologias de programas de *design* mais avançados para criar formas. Eles “pedem que você desenhe um esboço em um plano 2D e então esse esboço pode ser ‘extrudado’ para criar uma forma 3D” (KOC E DEMIRBILEK, 2018, p. 20);
- c) **Tinkercard** é um aplicativo gratuito e fácil de usar para projetos 3D. É usado por professores, crianças e projetistas para imaginar, projetar e fabricar qualquer coisa. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/lessonplans>;
- d) **Uptodown** é um marketplace internacional totalmente aberto, não requer nenhum tipo de registro ou assinatura. É um catálogo formado por milhares de aplicativos e oferece informações adicionais sobre cada um deles como conteúdo editorial, capturas de tela e vídeos de composição própria. Disponível em: <https://br.uptodown.com/windows/education>
- e) **Nasa STEM** plataforma disponibilizada pela NASA com atividades e conteúdo em *STEM* para educadores e alunos. Disponível em: <https://www.nasa.gov/STEM>;

- f) **ITEEA** – A Associação Internacional de Educadores de Tecnologia e Engenharia STEM CTL™ desenvolveu o modelo de currículo integrativo STEM baseado em padrões premier, projetado para ser flexível, acessível e responsável para fortalecer o desenvolvimento profissional e promover a alfabetização tecnológica. Disponível em: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=140942&v=21dfa9ff>;
- g) o site do governo **norte-americano** também disponibiliza estratégias de ensino STEM no endereço: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>;
- h) alguns sites onde há indicação de recursos, sites para visitação virtual de locais como museus, laboratórios e bibliotecas, como *Maker Ed* (makered.org) e *Anna Keune* (<http://www.annakeune.com/360makerspaces/childrens-museum-of-houston/>).

Há um leque de possibilidades e oportunidades a serem exploradas no mundo virtual que, quando implementadas pela pedagogia exploratória, alcançam êxito em relação ao processo de aprendizagem. Segundo Gregory *et al.* (2019), os mundos virtuais fornecem espaços para integrar experiências de RV (realidade virtual) e ambientes concretos nos quais os alunos podem se envolver com a pedagogia exploratória - por exemplo, design e construção, criação de espaço físico de aprendizagem e experimentação.

Os jogos e simuladores virtuais são utilizados na educação desde o início da década de 1990, quando os educadores aceitaram o computador como uma ferramenta viável para ensinar habilidades do século XXI. São usados com grande êxito para educar e treinar pilotos, astronautas, cirurgiões e militares. Os artefatos oferecidos pelos jogos e simulações virtuais podem trazer mais benefícios que uma experiência de aprendizagem ativa em uma sala de aula modelo passiva, com vantagens como: redução do tempo e espaço necessários para uma experiência ativa, aprimorar o conhecimento científico e, ao mesmo tempo, proporcionando aos alunos o feedback imediato. Enquanto jogam, os alunos desenvolvem o pensamento crítico, habilidades de resolução de problemas, sondagem do ambiente para desenvolver hipóteses de como proceder, além de superação dos níveis sequencialmente mais difíceis do jogo. Outra vantagem é que os jogos podem fornecer a oportunidade de aprendizagem individualizada para corresponder ao ritmo e aos interesses dos alunos (ORMSBY, 2011).

Em nossas pesquisas nos deparamos com alguns sites que disponibilizam programas com planos de aula com atividades STEAM. Onde identificamos o foco da lição, planos de aula, objetivos, resultados esperados, atividades propostas, recursos necessários, indicação de materiais online.

Segundo Carvalho Neto (2018), um modelo teórico-tecnológico (**Figura 18**) oferecido pela Engenharia e Gestão do Conhecimento, integrado aos demais pilares que estruturam ao

que denomina Educação 4.0 pode fomentar ações pedagógicas planejadas a partir de visões amplas e sustentáveis ao proporcionar abordagens mais bem situadas no contexto cultural, de modo a fazer frente aos desafios socioeducacionais da contemporaneidade. A integração de mídia analógico-digital propiciada pela *cyber arquitetura* oferece novas possibilidades de interação pedagógica e andragógica para os processos educacionais que acontecem no recinto da escola, mas que podem ir para além dele por educação ubíqua de base digital:

Figura 18 - Modelo de Engenharia e Gestão do Conhecimento para Educação 4.0



Fonte: Carvalho Neto, 2018.

3.3.2 Estratégia de ensino e aprendizagem adotada pelo modelo STEAM

Para que o Ensino STEAM tenha sucesso, ele deve ser sustentado por princípios pedagógicos. Dessa forma, a educação STEM tem seu alicerce em duas importantes teorias da aprendizagem e educação, que são o Construtivismo e o Construcionismo (**Figura 19**).

O Construtivismo reporta-se ao papel dos alunos como construtores de significados e ideias, aprimorando o aprendizado por meio de interações e relações sociais, sendo apoiado nas teorias de aprendizagem de Piaget, Vygotsky e Bruner. Vygotsky (1978) declarava que a aprendizagem é influenciada pelo ambiente social e enfatizou o papel da interação social na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo. O aluno constrói ativamente novos conhecimentos de acordo com o conhecimento existente. A aprendizagem pode ser potencializada por meio da interação social, em que o aluno compartilha suas ideias e, através do desencadeamento de conflitos cognitivos, ocorre a reestruturação de novas ideias. Em um

ambiente em que o aluno deve ter a oportunidade de explorar novos conhecimentos (NAMAND; OSMAN, 2018, 68).

Figura 19 - Os princípios derivados das teorias de aprendizagem construtivistas e construcionistas



Fonte: A autora, adaptado de Namand e Osman (2018).

Por sua vez, o Construcionismo refere-se à construção de novas ideias por meio de situações do mundo real, desafiando o aluno a aplicar o conhecimento para construir ideias mais complexas ou teorias mais amplas. Propõe que a aprendizagem pode ser aprimorada se os alunos estiverem envolvidos em projetos de produção colaborativa, usando como meio ferramentas digitais. Além disso, os alunos devem ser incentivados a criar protótipos a partir de suas próprias ideias (NAMAND; OSMAN, 2018).

A pedagogia fornece estruturas para que os professores possam definir as estratégias de ensino que aplicarão. A inovação em pedagogia, como qualquer tipo de inovação, são reformulações de ferramentas ou práticas existentes em novas formas de resolver problemas quando a prática atual não está atendendo adequadamente às necessidades que vêm surgindo, como a substituição das estratégias tradicionais de ensino baseadas na leitura por abordagens mais investigativas e baseada em projetos. Quando os professores recebem apoio e formação eles são capazes de tomar ações decisórias sobre a pedagogia, agindo como designers de aprendizagem, selecionando abordagens com um senso claro de seu objetivo e resultado pretendido (PETERSON *et al.*, 2018).

O princípio do Ensino STEAM contempla a base científica, tendo como ponto crucial o conhecimento científico que é baseado em evidências, é testável, evolutivo, em constante

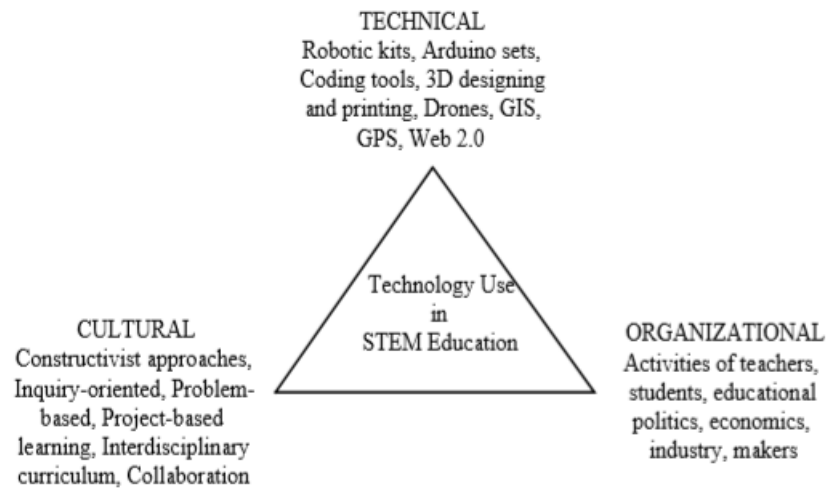
mudança e fornece novas informações sobre o mundo. O “S” de ‘*Science*’ [Ciência] aponta para o desenvolvimento de habilidades de observação, investigação. Questões-chaves para que o aluno se interesse em desbravar o mundo natural.

Imprescindível entender que disponibilizar conteúdo científico teórico não é suficiente para a alfabetização científica, mas é essencial que desenvolvam sua compreensão sobre os processos da Ciência e o tipo de conhecimento que ela produz, tendo assim a capacidade de aplicar esse conhecimento científico em contextos do dia a dia. É fundamental preparar os alunos para que realmente sejam capazes de usar o conhecimento científico para ajudá-los a tomar decisões conscientes sobre questões que afetam suas vidas e o mundo. Dessa forma, saber como o conhecimento científico é desenvolvido e saber observar suas características é essencial para que sejam capazes de ponderar as afirmações feitas por cientistas e compreendam os pontos fortes e até mesmo as fraquezas desses conhecimentos. Portanto, é essencial que todos tenham uma compreensão precisa da própria natureza da Ciência (AKERSON, 2018; MURPHY, 2019).

O conhecimento científico caracteriza-se pelo uso de uma variedade de métodos em suas investigações. Por basear-se em evidências empíricas, em observações do mundo natural, apesar de robusto, está aberto à revisão à luz de novas evidências. Não busca responder perguntas fora do mundo natural, assume uma ordem e consistência nos sistemas naturais. A Ciência é um empreendimento humano, o que significa que os dados estão sujeitos à interpretação e à criatividade humanas, além de serem carregados de teorias e subjetivos, social e culturalmente incorporados (AKERSON, 2018).

A tecnologia (*Technology*) está na sequência do acrônimo, e abrange a aplicação de conhecimentos científicos aos nossos problemas práticos. A palavra “tecnologia” é conhecida por ser derivada das palavras gregas ‘*techne*’, que se referem à fabricação (por exemplo, tablets, impressoras 3D) e às artes (por exemplo, técnicas de ensino, desenho) e ‘lógica/logotipos’, que significam o pensamento, seu discurso como extensão acústica. Na perspectiva do ensino, a tecnologia não é uma disciplina distinta em si, mas sim uma prática aliada de qualquer disciplina, como tecnologia construtiva, tecnologia educacional, tecnologia médica e assim por diante. No entanto, nossa compreensão cotidiana de tecnologia costuma estar ligada às suas perspectivas instrumentalistas. Quando falamos sobre o uso da tecnologia na educação, geralmente nos referimos apenas às ferramentas tecnológicas e seus recursos, como tablets, robôs, quadros interativos e afins (KOC; DEMIRBILEK, 2018, p. 20). A **Figura 20** traz um *framework* apresentando as possibilidades dos usos da tecnologia na educação STEAM:

Figura 20 - Framework sobre o uso da Tecnologia na Educação STEAM

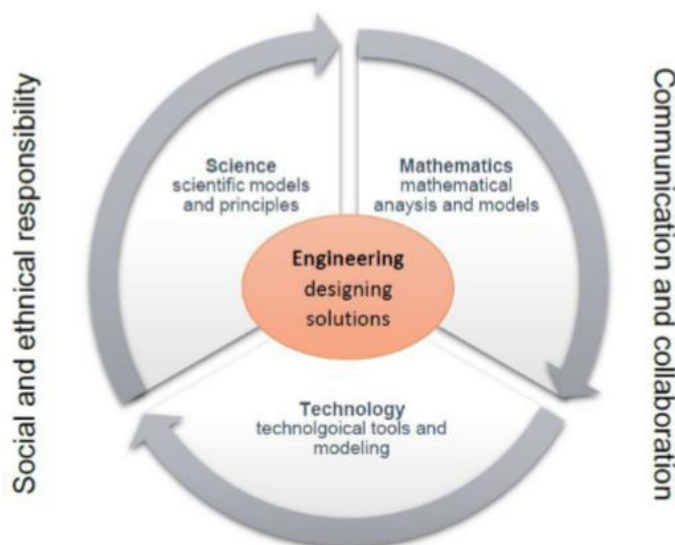


Fonte: Koc e Demirbilek, 2018, p. 20.

A Tecnologia entre as disciplinas STEAM refere-se a ferramentas que tornam as ideias abstratas mais concretas e acessíveis por meio da aprendizagem experiencial e fornecem representações dinâmicas de sistemas para aprimorar a aprendizagem de conceitos complexos pelos alunos. Como psicólogos e filósofos há muito argumentam (CLARK; CHALMERS, 1998 apud KOC; DEMIRBILEK, 2018), a tecnologia na educação STEAM tem o potencial de promover experiências sensoriais motoras que têm um papel vital no desenvolvimento cognitivo. Ferramentas tecnológicas, tanto digitais quanto de hardware, podem fornecer experiências e realizar experimentos virtuais simulados seguros e eficientes em ambientes de aprendizagem formal e informal para realizar ideias em situações de aprendizagem baseadas em projetos. Nem mesmo a mais recente ferramenta tecnológica de ponta pode substituir a interação social humana. Portanto, os alunos precisam de orientação e cuidado durante o processo de aprendizagem, interações sociais, colaborações e oportunidades para desenvolver habilidades e práticas científicas (KOC; DEMIRBILEK, 2018).

O “E” no acrônimo STEAM refere-se à Engenharia (*Engineering*) e, semelhante à Ciência, a Engenharia também envolve projetar e conduzir experimentos, reconhecer processos de engenharia e princípios de design. Impulsionada pela solução de problemas e inovação, usa conhecimento científico e modelos da Ciência, ferramentas tecnológicas e métodos de modelagem de protótipos da tecnologia e análises e modelos matemáticos. Além de requerer outras habilidades como relacionamento social e de comunicação, conforme demonstrado na **Figura 21**:

Figura 21 - Representação da Engenharia como integrador entre áreas



Fonte: Purzer e Shelley, 2018.

Os engenheiros não apenas projetam empreendimentos, mas também sistemas, componentes ou processos para atender às necessidades desejadas de usuários e clientes. Os engenheiros trabalham em estreita colaboração com outros que requerem habilidades para se comunicar bem e funcionar em equipes multidisciplinares. Além de possuir as habilidades necessárias para atender às especificações técnicas, os engenheiros também têm responsabilidade profissional e ética e entendem que suas decisões podem impactar as pessoas, seu ambiente e o bem-estar econômico de suas organizações.

É através da formulação de um problema, que o projeto ou atividade STEAM inicia-se. O problema é a base da atividade STEAM, pois estará presente nas próximas etapas, podendo ser um problema da vida real ou um tema que visa motivar os alunos à reflexão para solução ou melhoria. A essência da questão é levar o aluno a um raciocínio sobre problemas e possibilidades de resolução. A ênfase no raciocínio em padrões científicos e lógicos é um elemento indicador da necessidade da presença da Matemática entre as disciplinas STEAM. Os alunos precisam explicar sua ideiação e o motivo pelo qual optam por resolver o problema da maneira proposta, classificar, medir, contar e ordenar (ONER, 2018).

Impreterivelmente surge o “A” remetendo à arte (*Arts*), à importância da presença do design, do processo criativo e da discussão sobre as questões estéticas. O ensino da arte contribui para a criatividade, a sensibilidade estética e apreciação, habilidades de raciocínio espacial, consciência sensorial e muitos outros benefícios, mas o risco é que os alunos possam apenas ser solicitados a colorir a ponte que construíram em uma aula de STEAM, sem falar

sobre as escolhas que fizeram, ou estudem sobre Leonardo da Vinci em uma aula de arte sem realmente considerar seu trabalho científico. Ambos os casos, não contariam como uma educação STEAM genuína (BEQUETTE, 2012).

A educação STEM deve contribuir para o cultivo de cidadãos alfabetizados em STEM, tendo como objetivo capacitar os alunos com conhecimentos, habilidades e valores que sejam relevantes para o mercado de trabalho e a vida cotidiana do Século 21. Eles serão capazes de tomar decisões judiciosas para inventar novas tecnologias ao resolver vários problemas no mundo de hoje, dominado pela Ciência e a tecnologia. Deve enfatizar o desenvolvimento das habilidades dos alunos para o Século 21: comunicação; alfabetização em tecnologias de informação e comunicação (TIC); competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania); criatividade; pensamento crítico; resolução de problemas.

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. As tecnologias contemporâneas, como as TIC, podem ser utilizadas para comunicar, colaborar, resolver problemas, realizar tarefas e como material de construção. A alfabetização tecnológica está para além do conhecimento e da aplicação das TIC.

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 de 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.

A natureza essencial da alfabetização científica é aquela que influencia as decisões dos alunos sobre problemas pessoais e sociais, incentivando a capacidade dos alunos em ver a Ciência por meio de lentes mais holísticas.

Finalmente, espera-se que os alunos criem soluções ou ideias mais complexas ou teorias mais amplas, alavancando o conhecimento e as práticas STEM, bem como as habilidades e recursos do Século XXI. Em outras palavras, eles se tornam solucionadores de problemas criativos, inovadores e inventores.

3.4 GESTÃO DO CONHECIMENTO NA MODALIDADE STEAM

A GC nas organizações de ensino contribui para o êxito do processo de aprendizagem, pois favorece as melhores práticas constituindo um ambiente propício à inovação, refletindo em resultados melhores dos alunos. Considerando que Escolas são organizações que aprendem, segundo Peter Senge (apud SHAGHAEI; TURGAY, 2013), as organizações de aprendizagem são

[...] organizações onde as pessoas expandem continuamente sua capacidade de criar os resultados que realmente desejam, onde padrões novos e expansivos de pensamento são nutridos, onde a aspiração coletiva é liberada e onde as pessoas estão continuamente aprendendo a ver o todo juntos (PETER SENGE, 1990 apud SHAGHAEI; TURGAY, 2013).

Considerando que GC contempla pessoas, processos e tecnologia, vemos uma possível aplicação entre GC e o Ensino STEAM. Sugerindo em alguns estudos a GC até mesmo como um meio para inserção da proposta STEAM no ensino por considerarmos o processo de aprendizagem proposto, também pela presença da interdisciplinaridade entre as disciplinas envolvidas nos projetos STEAM. Segundo Sanders (2012) e Wang (2011), a interdisciplinaridade no ensino STEAM começou a ser sugerida e vêm sendo estudadas melhores práticas de aplicação desde a década de 90. A interdisciplinaridade está presente em vários momentos de nossas rotinas, sem ao menos percebermos quantas áreas são envolvidas para a produção de um produto ou prestação de um serviço. Em uma entrevista à revista *Forbes*, a Dra. Jenny Nash, chefe da equipe de design de soluções educacionais da LEGO Education, declarou:

Um padeiro usa química. Um químico desenvolve a maquiagem e um animador de computador projeta os efeitos especiais na tela usados nos filmes de grande sucesso que vemos nos cinemas. Experimentar assuntos do STEAM de maneira integrada é

mais autêntico e representativo do mundo em que estamos preparando os alunos para entrar (FORBES, 2019).

Os programas STEAM estimulam a curiosidade e a motivação dos alunos para as habilidades de pensamento colaborativo. Por ser concebido na democrática cultura Maker, com a proposta de compartilhamento do conhecimento, é uma das maneiras mais eficazes da aprendizagem colaborativa. A imersão do aluno nas atividades propostas na GC acelera o aprendizado e estabelece as bases para o pensamento crítico. Um exemplo é quando, ao longo de um projeto, uma rede de mentores de pesquisa é construída, aumentando simultaneamente o conjunto de habilidades dos alunos e, ao mesmo tempo, desenvolvendo a capacidade do projeto (BENNET, 2007).

O artigo de O'Dell e Harper (2020) é um dos únicos artigos que encontramos especificamente relacionado ao tema menciona que a GC tem uma estreita ligação com as disciplinas STEAM, visto que a aquisição do conhecimento reflete na aplicação através das experiências práticas. 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).

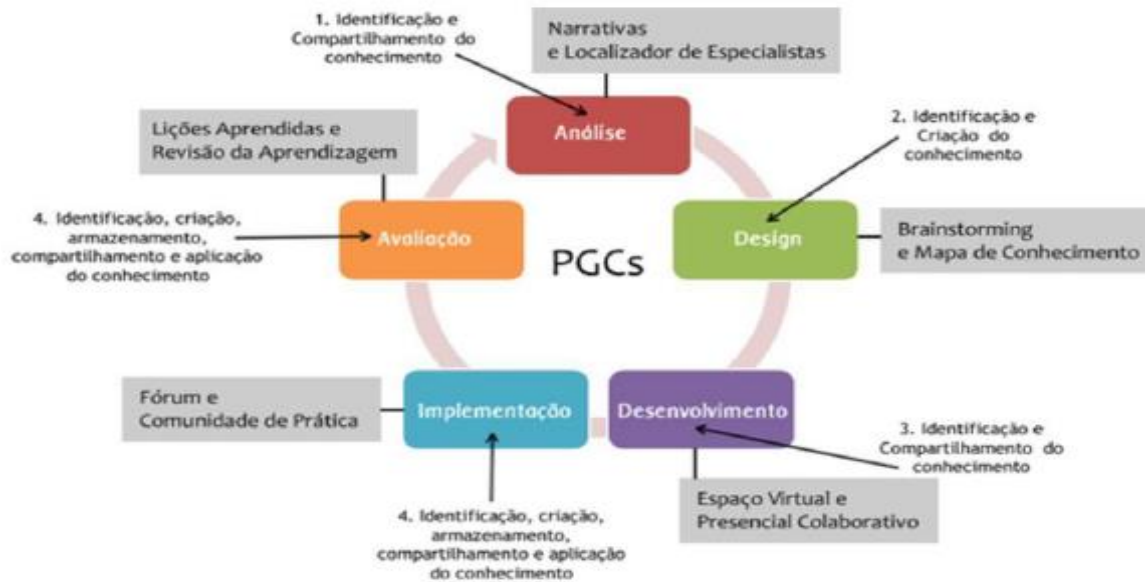
Em sua tese, Alarcon (2015) estabelece um modelo de GC para educação a distância, em que contempla orientações para implementação das práticas de GC. No capítulo 4, serão apresentadas análises das informações da **(Figura 22)**.

Segundo Blikstein, Valente e Moura (2020, p. 529), para que a “educação maker possa dar suporte aos atos de currículo e à interdisciplinaridade, é importante que a integração das atividades maker ao currículo das disciplinas seja realizada de forma fundamentada e não como modismo”.

Nesse contexto, a União Europeia, por meio da Universidade Aveiro, desenvolveu um Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores - *DigCompEdu* **(Figura 23)** com intuito de ajudar os países membros a promoverem a competência digital de seus cidadãos e impulsionar a inovação na educação.

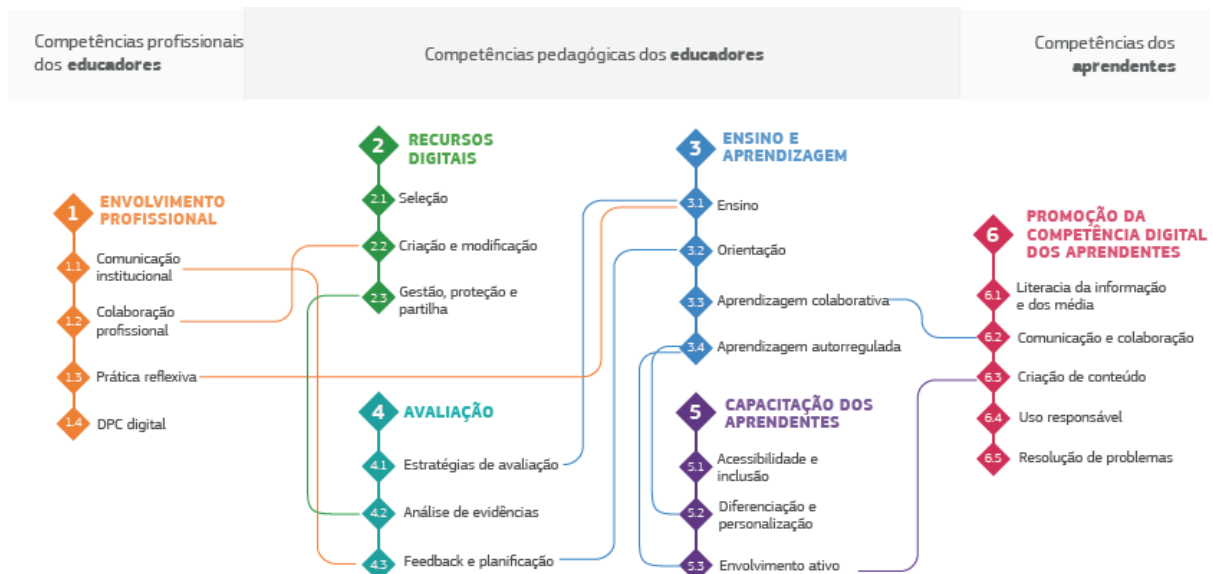
O Quadro DigCompEdu (LUCAS; MOREIRA, 2018) visa captar e descrever competências digitais específicas, propondo 22 competências elementares, organizadas em 6 áreas **(Figura 23)**.

Figura 22 - Modelo de Educação a Distância suportado por Práticas de Gestão do Conhecimento



Fonte: Alarcon, 2015.

Figura 23 - Quadro do *DigCompEdu*



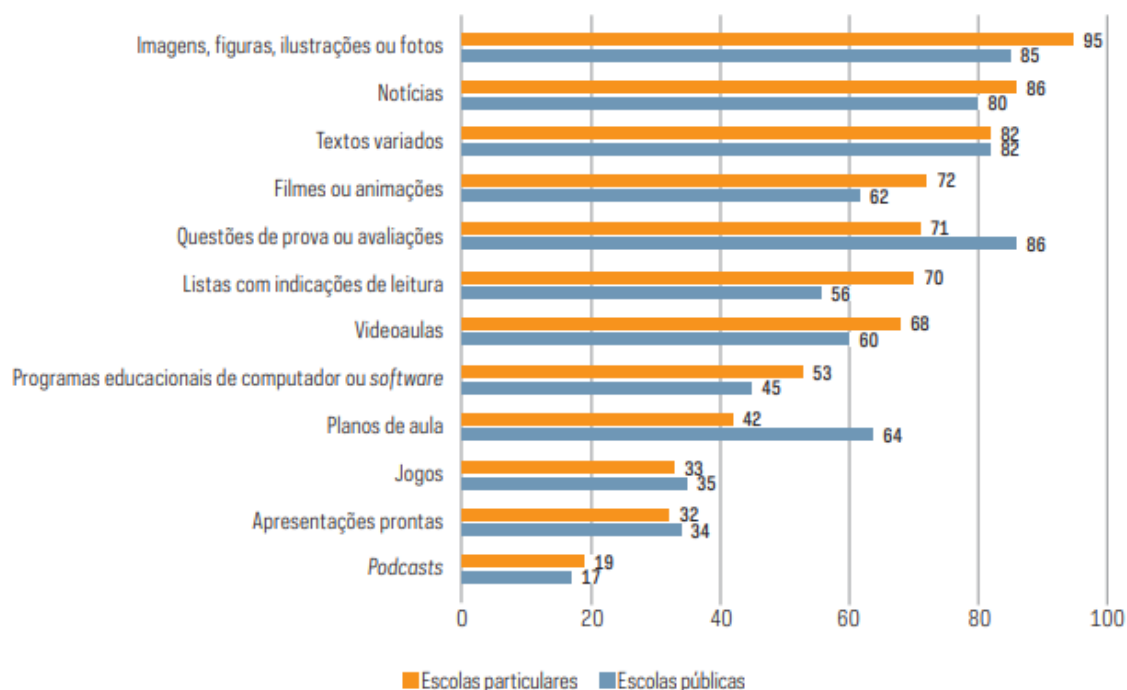
Fonte: Lucas e Moreira, 2018.

A área 1 dirige-se ao ambiente profissional num sentido lato, ou seja, ao uso de tecnologias digitais por parte dos educadores em interações profissionais com colegas,

aprendentes⁴, encarregados de educação e outras partes interessadas, para o seu próprio desenvolvimento profissional e para o bem coletivo da instituição; a área 2 centra-se nas competências necessárias para usar, criar e partilhar recursos digitais para a aprendizagem, de forma efetiva e responsável; a área 3 é dedicada à gestão e orquestração da utilização de tecnologias digitais no ensino e aprendizagem; a área 4 aborda o uso de estratégias digitais para melhorar a avaliação; a área 5 concentra-se no potencial das tecnologias digitais para estratégias de ensino e aprendizagem centradas no aprendente; e a área 6 detalha as competências pedagógicas específicas necessárias para promover a competência digital dos aprendentes.

Há uma ampla variedade de recursos disponíveis na internet para os professores utilizarem nas aulas, antes até mesmo da pandemia. O próprio Google disponibilizou em sua plataforma diversas ferramentas gratuitas e, no entanto, a maior parte dos professores desconhecia ou nem mesmo se interessava em conhecer e implantar ferramentas digitais em suas aulas:

Figura 24 – Tipos de recursos na internet usados pelos professores
PROFESSORES DE ESCOLAS URBANAS, POR TIPO DE RECURSOS OBTIDOS NA INTERNET PARA A PREPARAÇÃO DE AULAS OU ATIVIDADES COM ALUNOS (2019)
Total de professores que lecionam em escolas urbanas e usuários de Internet (%)



Fonte: CGI BR, 2020. Disponível em: cgi.br.

⁴ No contexto do *DigCompEdu*, o termo “aprendente” é usado para indicar, genericamente, qualquer pessoa envolvida no processo de aprendizagem ou de acesso ao conhecimento, em qualquer contexto de aprendizagem formal, não formal ou informal.

Esse desinteresse se evidenciou durante a pandemia, quando a necessidade exigiu inovações e a digitalização das aulas, e os professores estavam despreparados. Podemos verificar a subutilização dos recursos disponíveis (**Figura 23**), em que o recurso mais utilizado em 2019 pela maioria dos professores entrevistados foram imagens, ilustrações ou fotos.

4. ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Este capítulo apresenta uma breve introdução sobre as informações coletadas e na sequência a análise dessas informações sobre a criação e o compartilhamento do conhecimento, tanto sobre a ótica do professor quanto do aluno no Ba virtual e presencial. No capítulo seguinte traremos as conclusões após as análises feitas.

A análise das informações consiste na etapa do trabalho em que o pesquisador analisa e interpreta as informações coletadas com o intuito de responder ao problema de pesquisa. No presente trabalho, foi adotado o modelo hipotético-dedutivo, com coleta de dados através de uma revisão bibliográfica em um estudo exploratório teórico.

Após leitura de todos os artigos provenientes da coleta e da pré-análise dos dados referentes à temática, selecionamos aproximadamente 100 artigos, que foram utilizados em nossa pesquisa.

Ao analisar o levantamento bibliográfico em relação a conhecimento e GC, percebemos o quanto a GC contribui para a criação do conhecimento científico, que é o ponto crucial do ensino STEAM, sendo respaldado em evidências, de acordo com Akerson (2018). Conforme visto em Choo (2001) 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.

Através das leituras e testemunhos de educadores sobre as melhores práticas aplicadas em sala de aula para o ensino individualizado das disciplinas de Ciências, Letramento Digital, Robótica, Matemática e de educadores em STEAM foi possível identificar práticas e ferramentas da GC que quando utilizadas promovem um melhor desempenho na criação e compartilhamento do conhecimento entre os alunos e professores. Trata-se de uma importante contribuição para a organização. Conforme descrito por Terra (2005), a GC permite o mapeamento, a explicitação do conhecimento tácito dos colaboradores e a melhor utilização da tecnologia nesse processo de conversão do conhecimento tácito para explícito.

Em seguida, revisamos as abordagens contemporâneas da Gestão do Conhecimento nas Organizações, com foco em STEAM. Argumentamos que essas abordagens são viáveis e desejáveis no contexto escolar pois, 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.

Descrevemos uma estrutura de apoio à Gestão do Conhecimento para professores e alunos através de um compartilhamento de conhecimento mais concreto para impulsionar a obtenção de conhecimentos mais abstratos em um ambiente propulsor do conhecimento e, por fim, trouxemos casos práticos para exemplificar o resultado das análises.

4.1 ANÁLISE DO PROCESSO DE CRIAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO SOB A PERSPECTIVA DO PROFESSOR

Enquanto desenvolvíamos um projeto sobre gestão em uma rede de escola privada de Ensino STEAM, conduzimos um estudo informal com alunos e educadores para identificar o sistema de ensino STEAM nas necessidades do ensino fundamental ao médio. Ficamos surpresos ao nos depararmos com o desconhecimento sobre a abordagem e um vasto número de recursos e atividades STEAM que eram relativamente desconhecidos para aqueles que estavam imersos na Educação. Em uma investigação mais aprofundada identificamos uma área de grande necessidade: integração STEAM em nível de práticas pedagógicas em ambiente virtual e presencial. A inovação STEAM no século XX foi acelerada por eventos mundiais distintos e unificadores, como a Segunda Guerra Mundial, a Guerra Fria e a Corrida Espacial e nos últimos dias, pelo fenômeno da Pandemia.

Evidenciou-se então que o tema é relevante e os professores precisavam de adequações para usar efetivamente o que já estava disponível de forma eficaz, com o suporte do ambiente virtual. Usando nossa experiência profissional em EAD, além de pesquisas de integração de tecnologia educacional, conduzimos o trabalho para identificar as oportunidades do Ensino STEAM no ensino fundamental e médio e fazer ponderações sobre as práticas pedagógicas e o ensino STEAM na geração e compartilhamento do conhecimento em ambiente virtual e presencial propícios ao fomento do aprendizado.

Outro grande ponto determinante é o docente ter uma atitude de receptividade em relação ao sistema de ensino STEAM, em que preze o bom senso e permita adesão de

iniciativas desafiadoras no ambiente escolar. A evolução do ambiente escolar é multifacetada, incorporando não só aspectos da formação de professores, mudança de *mindset*, gestão escolar, conteúdo curricular e pedagogia, mas também acesso e adesão da tecnologia e novas abordagens metodológicas. Enfoque também para os resultados e a responsabilidade dos professores e alunos na preparação para a dinâmica profissional e organizacional de ambos, promovendo as conexões entre os conteúdos das disciplinas a partir de situações reais através de uma aprendizagem contextualizada e centrada no estudante. A GC oferece recursos para viabilizar essas conexões entre disciplinas e docentes, correlacionando conteúdos e dando sentido ao aprendizado para o aluno.

Corroborando com a revisão bibliográfica já realizada, há outros estudos que investigaram desafios e dificuldades que os professores enfrentam para implementar a educação STEAM (HAN; LEE, 2012; LEE; PARK; KIM, 2013; LIM; OH, 2015; SHIN, 2013). Uma falta de compreensão da relação entre as áreas de conteúdo STEAM para convergência de conteúdo e dificuldade em cooperar com outros professores também foram citados como desafios em implementação de lições STEAM (LEE; PARK; KIM, 2013; NOH; PAIK, 2014; PARK *et al.*, 2016).

Os professores são excelentes exemplos de atores na GC, na medida em que têm considerável 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 também limita como os professores podem capturar e acumular seu conhecimento profissional para recapitular sucessos e fracassos, para analisar por que algo funcionou ou não, ou para coletar informações para compartilhar experiências de forma comparativa, analítica e cumulativa que permitiria o aprimoramento das práticas.

Torna-se essencial nesses esforços a disponibilidade de tempo para discussão e a reflexão da atividade conjunta em torno da melhoria, recursos que as escolas muitas vezes acham difícil fornecer de forma consistente. No entanto, é fundamental coletar, agrupar e documentar essas iniciativas distribuídas. Um lugar promissor para começar é com grupos de educadores que já trabalham em um ambiente compartilhado via redes sociais, como encontramos em alguns casos, ou ainda comunidades cujo tema é especificamente o ensino STEAM. São lugares em que os indivíduos são encorajados a compartilhar, refletir e articular as práticas adotadas e sua evolução (CARROLL *et al.*, 2003). Podemos citar como exemplos os Grupos: Educação MAKER, Cultura MAKER na Educação Básica, TiEduca no Facebook.

Tomando como base o modelo de Práticas de Gestão do Conhecimento em Cursos de Educação a Distância (**Figura 21**) proposto por Alarcon (2015) e as práticas de GC que

podem contribuir para a conexão entre as disciplinas STEAM sugeridas por O'dell e Harper (2020), apresentamos o **Quadro 5**, contemplando 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 5 – Gestão do conhecimento sob perspectiva do processo de ensino

	Práticas de GC	Ferramentas de GC	Ba
<p>Análise: Identificação e compartilhamento do conhecimento por especialistas.</p>	<p>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.</p>	<p>webinars, grupos ou lista de discussão em redes sociais.</p>	<p>Dialoguing Ba Conhecimento conceitual, os especialistas compartilham seus conhecimentos tácitos, tornando-os explícitos.</p>

Continua na página seguinte

	Práticas de GC	Ferramentas de GC	Ba
Design: Criação do conhecimento através do compartilhamento do conhecimento dos especialistas.	Mentoria técnica (<i>Mentoring</i>): 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.	<i>Systemizing Ba:</i> 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.	<i>Exercising Ba:</i> 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	<i>Originating Ba:</i> 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: A autora, adaptado de Alarcon, 2015 e O'dell e Harper, 2020.

4.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE CRIAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO SOB A PERSPECTIVA DO ESTUDANTE

A intenção é desenvolver alunos que possam guiar sua própria investigação em Ciências e que entendam os contextos nos quais eles podem ser aplicados. Descrevemos a instrução de investigação como o envolvimento de alunos no processo intencional de diagnosticar problemas, criticar experimentos, distinguir alternativas, planejar investigações, pesquisar conjecturas, buscar informações, debater com colegas, buscar informações de

especialistas e formar argumentos coerentes, aplicação da investigação e da tecnologia para reformar as atividades do ensino curricular, incluindo instrução científica, política, desenvolvimento profissional e avaliação. Ninguém descobre nada ou inova sem que esteja curioso ou inconformado com a situação ou a questão da forma como está posta. Dessa forma, precisamos gerar em nossos alunos essa inquietação, essa ânsia por novas descobertas, novas formas de se fazer melhor o que já temos feito. Precisamos de médicos insatisfeitos com a ausência de um protocolo de tratamento para determinada patologia; cientistas insatisfeitos com as descobertas apresentadas até o momento.

O conhecimento é entendido como as informações que estão nas mentes das pessoas e são por elas interpretadas, convertendo-se em conhecimento dependendo de uma série de outros elementos, de acordo com Nonaka e Takeuchi (2008), chamado de *Ba mental*. Através da discussão em grupo, com a memória residual de cada um dos alunos, há construção de conhecimento pois são criados gatilhos mentais que estimulam novas construções mentais. Essa atividade pode ser tanto presencial quanto virtual através do uso de plataformas e ferramentas digitais que proporcionam tal possibilidade. Esse ambiente deve ser favorável ao compartilhamento do conhecimento, pois em grupo há muitas barreiras para que o conhecimento flua. Relacionamento é a chave. Não podemos ensinar os alunos sem eles, é preciso que haja um engajamento, pois, segundo Demo (2008), o aprendizado é de dentro para fora.

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 6**) que quando aplicadas proporcionam um ambiente propício para o conhecimento. Pesquisamos também combinações que se apoiam mutuamente em investigação e tecnologia, que se estendem por todo o complexo sistema educacional e sustentam novas práticas, conforme os endereços virtuais levantados no **Apêndice A**.

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.

Notável também é a necessidade de uma mão de obra multifacetada, com habilidades variadas que consiga estabelecer relações entre áreas do conhecimento, capacitados para assumirem os novos desafios do mercado de trabalho em profissões como engenharia espacial e ter que aliar a criatividade do design de produto à Física e à Matemática, ou ainda as áreas UX/UI – *User Experience* (UX) e *User Interface* (UI), que tratam de como a pessoa se sente enquanto usa o produto ou serviço e objetiva proporcionar uma experiência excelente,

incorporando percepções de diversas áreas como psicologia, neurociência e design.

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:

Quadro 6 - Gestão do conhecimento sob perspectiva do processo de aprendizagem

Práticas de GC	Ferramentas de GC		Ba	Habilidades Século XXI
	Virtual	Físico		
<p>Brainstorming Com alunos trabalhando juntos em grupos, incentiva correr risco e o pensamento criativo a fim de gerar novas ideias e soluções. Debater ideias diferentes também oferece oportunidades importantes para o desenvolvimento e a compreensão mais profunda do tópico em questão enquanto aumenta o envolvimento dos alunos.</p>	<p>Fórum As discussões online revelam a complexidade dos problemas e ajudam os alunos a entenderem que existem várias maneiras de solucionar. Anonimamente ou não, os alunos podem pedir esclarecimentos, perguntas para aprofundar sua própria compreensão do conteúdo. Isso permite que os instrutores verifiquem como os alunos estão compreendendo conteúdo e onde eles podem precisar de mais orientações. Sugestão: Meet, Skype, Zoom, Teams.</p>	<p>Grupos de discussão presencial. Os alunos se reúnem e discutem sobre as possíveis soluções para um problema de acordo com a realidade de cada um, compartilhando diferentes ideias. Sugestão: post it, quadro ou lousa.</p>	<p>Originating Ba – ambiente em que os alunos compartilham suas ideias (Ba mental) através de um processo de socialização.</p>	<p>Colaboração, comunicação, criatividade, pensamento crítico, resiliência, competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania), resolução de problemas.</p>

Continua na página seguinte

Continuação do Quadro 6

Práticas de GC	Ferramentas de GC		Ba	Habilidades Século XXI
	Virtual	Físico		
<p>Storytelling Através da narrativa os alunos podem compartilhar histórias e conhecimento.</p>	<p>Os alunos podem utilizar softwares e aplicativos para transmissão e compartilhamento da narrativa de forma instantânea e/ou disponibilizar em formato de vídeo através de plataformas. Sugestão: Zoom, Meet, Skype, Teams. Plataformas para compartilhamento de conteúdo em vídeo Youtube, Vimeo, Tik tok.</p>	<p>Grupos de discussão presencial Os alunos se reúnem para compartilhar ideias e conhecimento utilizando histórias.</p>	<p>Originating Ba – ambiente em que os alunos compartilham suas ideias (Ba mental) através de um processo de socialização.</p>	<p>Comunicação, competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania), criatividade</p>
<p>Assistência de colegas (peer assist) Os alunos com melhor desempenho sobre um tema podem auxiliar outros colegas com dificuldades.</p>	<p>Os alunos podem se reunir virtualmente ou ainda utilizarem de ferramentas para prestarem o assessoramento de forma síncrona e/ou assíncrona. Sugestão: Skype, MSN, Zoom, Teams, chat, Whatsapp, Telegram, e-mail.</p>	<p>Através de pequenos grupos reunidos com intuito do apoio.</p>	<p>Dialoguing Ba – ambiente em que os alunos compartilham seu conhecimento tácito, convertendo em explícito.</p>	<p>Colaboração, comunicação, Alfabetização em tecnologias de informação e comunicação (TIC), competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania), resolução de problemas.</p>

Continua na página seguinte

Práticas de GC	Ferramentas de GC		Ba	Habilidades Século XXI
	Virtual	Físico		
<p>Revisão pós-ação (<i>after action review</i> – AAR) Após as atividades o professor pode revisar com os alunos as lições aprendidas e insights</p>	<p>Fórum o professor pode criar um fórum de discussão compartilhando com os alunos os principais temas aprendidos e revisando o conteúdo.</p>	<p>Reunião com os alunos para revisão dos principais pontos e insights.</p>	<p><i>Exercising Ba</i> – ambiente em que os novos conhecimentos são absorvidos através do processo de internalização. O conhecimento explicitado pelo professor converte-se em tácito pelo aluno.</p>	<p>Colaboração, comunicação, Alfabetização em tecnologias de informação e comunicação (TIC), competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania), resolução de problemas.</p>
<p>Café do conhecimento Com uma proposta descontraída, os alunos podem compartilhar ideias sobre um tema</p>	<p>O professor pode criar um grupo fechado no Facebook, Telegram ou Whatapp onde os alunos poderão compartilhar ideias sobre o conteúdo.</p>	<p>Alunos reunidos em um ambiente descontraído para compartilhamento de insights e conhecimentos.</p>	<p><i>Systemizing Ba</i> – ambiente em que o conhecimento explícito é compartilhado e combinado.</p>	<p>Colaboração, comunicação, criatividade, pensamento crítico, resiliência, competências sociais e/ou culturais (incluindo cidadania)</p>

Fonte: A autora, 2020.

4.3 CASOS PRÁTICOS QUE COMPROVAM A ANÁLISE

A seguir apresentamos alguns exemplos de atividades aplicadas pelos professores nos contextos físico, virtual e híbrido, que corroboram com a nossa proposta, tanto na visão do professor quanto do aluno. 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.

4.3.1 Casos práticos de atividade STEAM no ambiente Ba Físico

Trazemos dois exemplos práticos de efetividade das práticas de GC sendo aplicadas para viabilizar o ensino STEAM.

4.3.1.1 Caso prático da aplicação de GC utilizada para elaboração de atividade STEAM

A proposta da atividade interdisciplinar foi aplicada aos alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual que atende o ensino fundamental II e médio de Manaus, Amazonas a partir das histórias do livro *Esporte de Aventura*, componente da coleção *Almanaque do sítio*. Para conexão entre as disciplinas e a realização de atividades realizadas conjuntamente, foi construído um quadro com os títulos das histórias, a página em que ele está, um resumo do que se trata e a atividade proposta, para que ao planejar suas atividades para aula, os professores pudessem utilizar o quadro:

Através dos resultados obtidos com a pesquisa pode-se constatar que com apenas esse livro é possível fazer no mínimo 10 (dez) atividades interdisciplinares no ano com os alunos, abordando as disciplinas de artes, matemática, ciências, educação física, história, geografia, física, língua portuguesa e inglês. Sendo, que ainda é possível explorar mais, tanto este livro, como os demais da coleção. (CAVALCANTE, 2018, p. 114).

O uso do quadro possibilitou o compartilhamento da informação e a formação de uma comunidade de prática para explorar de várias formas o conteúdo sob diferentes percepções, viabilizando assim o ensino STEAM de forma efetiva.

4.3.1.2 Caso prático de atividade STEAM com sugestão de melhoria com a utilização de práticas e ferramentas de GC

A Ciência está presente em todos os lugares, onde olhamos há uma Ciência por trás, portanto, evidenciá-la é fundamental para despertar o olhar do aluno e do professor na condução das aulas, explorando o ambiente Ba para criação do conhecimento.

Com intuito de atender a um requisito de uma disciplina do doutorado, doutorandos prepararam uma visita a um parque a fim de identificar possibilidades didáticas, por meio de elementos, estruturas e lugares do referido parque.

A visita ao parque durou todo o período matutino, e a condução da atividade foi feita pelos professores regentes da disciplina que ao percorrerem o caminho do parque iam contando a história do parque e de sua matriarca. Foram feitas discussões sobre as estruturas naturais encontradas e as construções artificiais realizadas pela ação do homem. No parque são encontradas diversas cabanas (**Figura 25**), em que puderam descansar e explorar novos conhecimentos:

Figura 25 – Foto de uma das cabanas do parque



Fonte: LOPES *et al.*, 2017.

A condução da atividade no parque ilustra como um olhar intencional e diferenciado pode transformar-se em oportunidade de aprendizados. Sob a condução do professor, que utilizando uma prática de GC, narrando a história do parque, os alunos puderam compartilhar percepções individuais e coletivas e construir um conhecimento multifacetado:

As possibilidades de problematizações nessas cabanas que envolvam STEAM são numerosas, podendo ser explorada a estrutura física das vigas de madeira, que unem as Ciências devido à escolha da madeira propicia para a durabilidade da estrutura, a Engenharia que arquitetou toda estrutura para que se mantivesse firme com o tempo e não ruísse, os cálculos matemáticos que serviram de base para as duas anteriores, além da Arte devido sua arquitetura, que parece harmonizar com o ambiente do parque, ficando evidente a beleza da obra, integrada à paisagem. Mais problematizações podem abordadas em questionamentos sobre a estrutura, indagando-se sobre a função das “sobras” das vigas que sustentam o telhado ao serem prolongadas até o chão. Outra indagação pertinente é se as vigas verticais são realmente necessárias, visto que a cabana tem uma forma triangular e não tendo assim a possibilidade de deformação em sua estrutura. (LOPES *et al.*, 2017, p. 317-318).

Como sugestão para melhor aproveitamento da atividade realizada, os doutorandos poderiam ter preparado um *brainstorm*, registrando ideias e as percepções de como os professores de diferentes áreas poderiam explorar esse tipo de passeio. Posteriormente,

poderiam compartilhar a experiência vivida fazendo uma Revisão pós-ação e compartilhamento através de um blog, wiki ou ainda através de grupos em redes sociais cujo objetivo é intercâmbio de práticas docentes.

4.3.2 Exemplo de atividade STEAM no ambiente Ba Virtual

A atividade no ambiente virtual permite extrapolar as fronteiras geográficas. Assim, é muito produtivo que haja colaboração entre as disciplinas para que possam promover diferentes aprendizados.

No exemplo desta atividade, adaptada de Cunha *et al.* (2018, p. 94-97), o professor explica para os alunos que eles terão que investigar todas as características do bairro da escola: sua história, sua atividade econômica, seus moradores, sua geografia etc. Ele também explicará que outros colegas, de outras cidades, também farão parte deste projeto, e eles terão a importante missão de apresentar o bairro da escola para os alunos de outras instituições. Como sensibilização, o professor poderá contar algum fato curioso do bairro, mostrar vídeos ou fotos antigas. O professor deverá encorajá-los a buscar fontes em diferentes lugares. Depois de fazerem a pesquisa, os alunos deverão representá-la em algum formato multimídia, justamente para mostrar o bairro aos estudantes de outras escolas.

Agora, o professor terá a responsabilidade de dar um feedback sobre as produções feitas e compartilhá-las no grupo na rede social. Os demais professores, das outras escolas, também farão o mesmo. O professor, na rede social, deverá fazer uma seleção dos trabalhos que lhe pareçam mais interessantes. Ele deverá mostrar esses trabalhos aos seus alunos e estimular que eles reflitam sobre as produções dos outros estudantes, fazendo um paralelo sobre o que eles pesquisaram sobre o bairro.

O ambiente virtual é fértil e permite diversas abordagens. Na atividade proposta o professor utilizou exclusivamente o ambiente virtual para formatação e apresentação da proposta, permitindo explorar diversas ferramentas digitais.

A sugestão para o caso seria expandir a atividade em colaboração com os professores das disciplinas de história ou geografia para trabalhar um tema relacionado com a pesquisa sobre o bairro e com o professor de ciências para trabalhar sobre a fauna e flora. Para tornar possível essa colaboração entre disciplinas, o professor poderia utilizar-se de um grupo para promover a troca de ideias sobre o tema, ou ainda um *brainstorming* através de uma videoconferência com outros professores que poderiam se envolver no projeto.

4.3.3 Exemplo de atividade STEAM no ambiente Ba Físico e Virtual

O mundo atual tem exigido cada vez mais o comprometimento de cidadãos conscientes no uso dos recursos. Neste contexto, a atividade STEAM aplicada pelo professor a seus alunos do ensino médio foi o projeto: *Monitoramento do consumo de energia nos lares a fim de colaborar com a redução do aquecimento global*.

A atividade adaptada de Ge, Ifenthaler e Spector (2015, p. 24-25) atendeu a vários critérios STEAM, tais como a resolução de problema real, aprendizagem ativa, pensamento crítico, colaboração, comunicação, além da multidisciplinaridade. Cada aluno listou individualmente os aparelhos que tem em casa e entrevistou a família, investigando a estimativa de tempo de uso de cada um dos aparelhos relacionados. Para cumprimento dessa primeira etapa, os alunos pesquisaram e consultaram via internet uma tabela com o consumo médio de cada um dos aparelhos e também o valor da unidade de consumo cobrado pela concessionária de energia do seu estado.

Em sala de aula, o professor conduziu a aula explorando diferentes percepções sobre os dados recolhidos e compartilhando com os alunos as oportunidades que a atividade trouxe no campo da Matemática, para calcular o valor do consumo estimado de cada aparelho, nas Ciências, pois ao combinarem seus dados, os alunos puderam compartilhar experiências com seus colegas para explorar planos de conservação de energia que podem reduzir a conta de eletricidade mensal da família, além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa que contribuem com as mudanças climáticas globais. Através de um grupo nas redes sociais, mediados pelo professor, os alunos compartilharam seus resultados com alunos de outras escolas de ensino médio e puderam reconhecer alguns critérios que refletiram nos resultados que obtiveram.

5. CONCLUSÕES

Como educadores, devemos encarar o sistema de ensino STEAM de forma integrada, enfatizando o compartilhamento de conhecimento, a postura perante desafios, a habilidade de identificar perguntas e problemas da vida real, a capacidade de se chegar a conclusões baseado em fatos e evidências. Tudo isso relacionado e interligando as disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e a Matemática, encarando esse novo formato de desenvolvimento de aquisição do conhecimento de forma construtiva, consciente e reflexiva. A ênfase nessas disciplinas visam o desenvolvimento de habilidades transversais, possibilitando novas formas de ensinar e aprender a importância de, através de experimentos científicos, despertar as crianças para entenderem o mundo em que vivem, para que sejam criadores, inventores, descobridores e não apenas consumidores.

Fazendo referência às palavras do renomado autor Henry Mintzberg (2020)⁵ em uma das publicações de seu blog em que relaciona dois tipos diferentes de jogos e níveis de desafios, o autor diz que um quebra-cabeça é o mais simples que um jogo pode ser: encaixe as peças adequadamente em posições pré-determinadas, respeitando as regras e constituirá a imagem esperada. Já os enigmas são intrigantes, as hipóteses são criadas, são fragmentadas e a partir de conexões é que se chega à questão central. Problemas intrigantes requerem uma ampla exploração.

Assim também ocorre no sistema de ensino tradicional fragmentado, torna padronizada a solução para os problemas, com soluções restritas à área de conhecimento, não estimulando a criatividade disruptiva dos alunos. Sendo o conhecimento basilar para a inovação, através dos sistemas de ensino STEAM/STEAM os alunos são estimulados e desenvolvem as habilidades para a autonomia, são preparados para ser protagonistas em diversos contextos, tal como para a inovação frugal tão necessária hodiernamente no período pós-pandemia. A finalidade deste estudo foi identificar como a GC pode colaborar com o ensino STEAM, pois ela conecta pessoas com a tecnologia necessária para o desenvolvimento e aplicação do conhecimento, partindo do modelo hipotético-dedutivo em que consideramos os relatos de experiências onde houve aplicação da GC e que de fato validou a hipótese que levantamos inicialmente.

⁵ <https://mintzberg.org/blog/playful-solutions-for-puzzling-problems>

Na concepção pedagógica, o aprendente pode ser capaz de produzir (saber) a resposta certa, mas na maioria das vezes ele tem pouco ou nenhum entendimento de como ou por que ela é correta. Porém, quando o STEAM está associado à atividade que os alunos realizam, ampliam-se as percepções e oportunidades de novos conhecimentos serem produzidos.

No contexto da educação, se quisermos capitalizar totalmente o potencial que um currículo STEAM integrado possui, a colaboração e a integração devem ser buscadas, e constatamos que as práticas e ferramentas de GC são recomendadas para que aconteça essa integração e colaboração tanto de professores em seus planos de aulas e aplicação de atividades quanto dos alunos na aquisição de novos aprendizados. Passar da aquisição de fatos para a investigação da aplicação prática de princípios e teorias buscando criar ambientes de aprendizagem com propósito permitirá que os alunos entendam os contextos nos quais eles podem ser aplicados e, assim fazendo, se tornarão alfabetizados em STEAM, dando sentido aos conhecimentos adquiridos. Nesse sentido, constatamos que quando há intencionalidade no uso do ambiente a fim de ser um fator motivador da criação e compartilhamento do conhecimento e um facilitador das práticas de GC, há ganho na aprendizagem.

Por fim, estamos apresentando uma gama de práticas, recursos e ferramentas sendo usados por pessoas diferentes em contextos diferentes, com o foco na criação de conhecimento, incentivando as pessoas a considerarem várias soluções adequadas aos seus contextos. Considerando que o ambiente virtual e tecnologias digitais não são apenas critério técnico, também estamos cientes de que o processo envolve repensar os processos pedagógicos, bem como alguma forma de incorporação no currículo escolar pois, colocada em uma posição estratégica, a tecnologia inserida na educação por meio da internet traz consideráveis contribuições e desenvolvimento do aluno. Entretanto, não há como manter a visão onírica de que disponibilizando conteúdo na internet será suficiente para o alcance de todos os estudantes.

Usar conteúdo online e atividades de aprendizagem para melhorar a experiência do aluno fornecendo maior flexibilidade, acessibilidade e oportunidades para aprimorar o aprendizado ativo. Abordar a GC, as metodologias e práticas pedagógicas garantem um acesso mais equitativo, incluindo acessibilidade para deficientes, já que o ambiente virtual pode ser um facilitador para o uso da tecnologia assistiva.

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.

REFERÊNCIAS

ALARCON, D.F. **Diretrizes para a implantação das Práticas de Gestão do Conhecimento na Educação a Distância**. 2015. Tese de doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, EGC/UFSC, Florianópolis/SC.

ALAVI, M.; LEIDNER, D.E. Review: **Knowledge Management and Knowledge Management Sy STEMs: Conceptual Foundations and Research Issues**. MIS Quarterly, (2001). 25(1), 107-136. doi:10.2307/3250961

Anderson, C. **MAKERS: The new industrial revolution**. New York: Crown. 2012.

ANDERSON, C. **Nova revolução industrial será maior do que a web**. Entrevista concedida à Marco Aurélio Canônico. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/tec/2013/03/1241894-nova-revolucao-industrial-sera-maior-do-que-a-web-diz-chris-anderson.shtml> . Acesso em: 10 jun. 19.

ANGELONI, M.T. **Comunicação nas organizações da era do conhecimento**. São Paulo: Atlas, 2010.

ANISIMOVA, T.I.; SABIROVA, F.M., SHATUNOVA, O.V. (2020) Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537> - Kazan Federal University, Elabuga, Russian Federation.

APO - ASIAN PRODUCTIVITY ORGANIZATION. **Knowledge Management Tools and Techniques Manual**. 2010.

APO - ASIAN PRODUCTIVITY ORGANIZATION. **Knowledge Management Tools and Techniques Manual**. 2020.

ATTEWELL, J.; SAVILL-SMITH, C. (ed.) Learning with mobile devices: research and development. **Lonfon**: Learning and Skills Development Agency. 2014.

BATISTA, F.F.; QUANDT, C. O. **GC na administração pública: resultados da pesquisa IPEA 2014 – práticas de GC**. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 1990- ISSN 1415-4765.

BECKER, S.; TENÓRIO Junior, N.N. **A GC na cultura maker: os achados de uma pesquisa exploratória em um hackerspace**. 2018.

BENNET A.; BENNET D.H. **Knowledge mobilization in the social sciences and humanities: moving from research to action**. December 2006 Edition: 1 Publisher: MQIPress ISBN: 9780979845901. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273062902_Knowledge_mobilization_in_the_social_sciences_and_humanities_moving_from_research_to_action/stats . Acesso em:15 nov. 19.

BEQUETTE, J.W.; BEQUETTE, M.B. A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation, **Art Education**, 65:2, 40-47 <http://dx.doi.org/10.1080/00043125.2012.11519167> - 2012.

BLIKSTEIN, P. **Digital Fabrication and 'Making' in Education**: the democratization of invention. In J. Walter-Herrmann and C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, MAKERs, and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers. 2013.

BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J.; MOURA, E. EDUCAÇÃO MAKER: ONDE ESTÁ O CURRÍCULO? **Revista e-Curriculum**. 18. 523-544. 10.23925/1809-3876.2020v18i2p523-544. 2020.

BUUNK, I.; HALL, H.; SMITH, C. **Tacit knowledge sharing in online environments**: locating “Ba” within a platform for public sector professionals. 2018. <https://doi.org/10.1177/0961000618769982>. Disponível em: <https://www.napier.ac.uk/~media/worktribe/output-831111/tacit-knowledge-sharing-in-online-environmentsabstract.pdf> . Acesso em: 15 jun. 19.

CAMPOS, C.M. **Saberes docentes e autonomia dos professores**. 5ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

CAMPOS, F.R. ; BLIKSTEIN, P. (Org.). **Inovações radicais na educação brasileira**. Porto Alegre: Penso, 2019. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Inova%C3%A7%C3%B5es-Radicais-na-Educa%C3%A7%C3%A3o-Brasileira/dp/8584291695> . Acesso em: 04 jun. 2019.

CARMO, J. R., KARPINSKI, C., BRÄSCHER, M. **A relação entre a memória social e sociocognição**: busca do contexto social na Organização do Conhecimento. *Em Questão*, (2018). 24(1), 65. doi:10.19132/1808-5245241.65-85 .

CARROLL, J.M.; CHOO, C.W.; DUNLAP, D.R. *et al.* Apoio à Gestão do Conhecimento para professores. **ETR & D** 51, 42–64 (2003). <https://doi.org/10.1007/BF02504543> .

CARVALHO NETO, C.Z. **Educação 4.0: princípios e práticas de inovação em gestão e docência**. São Paulo, Laborciencia Editora, 2018.

CASTELLS, M. **A Galáxia da Internet Reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade**. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges Jorge Zahar Editora, 2003.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

CHOO, C.W. **A organização do conhecimento**: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. Trad. Eliana Rocha. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Trad. Luciana de Oliveira da Rocha. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CUNHA, A. *et al.* **Crescer em Rede Inovações na prática pedagógica: formação continuada de professores para competências de ensino no século XXI.** São Paulo, 2018.

DALKIR, K. **Knowledge management in theory and practice.** 2ª ed. England: The MIT Press, 2011.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. (1998). **Working Knowledge** - How organisations manage what they know? Harvard Business School Press.

DAVENPORT, T.H. **Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação** / Thomas H. Davenport, Laurence Prusak; tradução Bernadette Siqueira Abrão. — São Paulo: Futura, 1998.

DAVILA, G.A. **Relações entre Práticas de GC, Capacidade Absortiva e Desempenho: Evidências do Sul do Brasil.** Orientador: Gregório Varvakis; Cooreintador: João Artur Souza; Coorientador: Klaus North – Florianópolis, SC, 2016. 217p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia e GC.

DELORS, J. (Org.). **Educação: um tesouro a descobrir.** Brasília, DF: UNESCO, 2010.

DEMO, P. **Metodologia para quem quer aprender.** São Paulo: Atlas, 2008.

DENZIN, K. N.; LINCOLN, S. Y. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teoria e abordagens.** Trad. Sandra Regina Netz. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DOUGHERTY, D. **Entrevista Incografico**, concedida à Humberto Abdo e Luciana Amaral 2015. Disponível em: <https://infograficos.estadao.com.br/focas/movimento-maker/dale-dougherty.php> . Acesso em: 10 jun.19.

EVANS M; DALKIR K; BIDIAN C. A Holistic View of the Knowledge Life Cycle: The Knowledge Management Cycle (KMC) Model the Electronic Journal of Knowledge Management Volume 12 Issue 2 (pp85-97) available online at **Electronic Journal of Knowledge Management** Volume 12 Issue 2 2014.

EVANS, M. M.; ALI, N. ‘Bridging knowledge management life cycle theory and practice’, **International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning ICICKM 2013 – Conference Proceedings**, Washington, DC: Academic Conferences and Publishing International, pp. 156-165. 2013.

FIGUEIROA, A.; MONTEIRO, A., SILVA, A. **Ambientes Educativos Inovadores e Competências dos Estudantes para o Século XXI** – Book – May 2018.

FORNI, J.J. **Gestão de Crises e Comunicação: o que gestores e profissionais de comunicação precisam saber para enfrentar crises corporativas.** 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2015.

GAVASSA, R. C. F. B., MUNHOZ, G.B., MELLO, L.F.; CAROLE, P. **Cultura MAKER, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME-SP** (Brasil)

Disponível em: https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_127.pdf . Acesso em 04 jun 19.

GIANNAKOS M.N. *et al.*, Entertainment, engagement, and education: Foundations and developments in digital and physical spaces to support learning through making, **Entertainment. Comput.** (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.entcom.2017.04.002> .

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GREGORY, S. *et al.* Personalized Learning. Diverse Goals. Vision - A space for digital learning and exploring pedagogies: Virtual world education. December 2019. **Conference ASCILITE2019**, Singapore.

HALVERSON, E.; SHERIDAN, K. The MAKER Movement in Education 2014. **Journal Harvard Educational Review** Vol. 84 No. 4, 2014. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>

HERRO, D.; QUIGLEY, C. "Innovating with STEAM in middle school classrooms: remixing education", *On the Horizon*, Vol. 24 No. 3, pp. 190-204. <https://doi.org/10.1108/OTH-03-2016-0008> - 2016.

HUNG, S.Y.; LAI, H.M.; CHOU, Y.C. Knowledge-sharing intention in professional virtual communities: A comparison between posters and lurkers <https://doi.org/10.1002/asi.23339> **Journal of The Association For Information Science And Technology**. 2015. Disponível em: <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.23339> . Acesso em: 09 jun 19.

KIANTO, A.; ANDREEVA, T. Knowledge management practices and results in service-oriented versus product-oriented companies. **Knowledge and Process Management**, v. 21, n. 4, p. 221-230, 2014. Disponível em: <http://mural.maynoothuniversity.ie/7053/1/TA-Practices-Results.pdf> . Acesso em: 16 Nov. 2019.

KUENZI, J.J. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action, **Congressional Research Service Reports**. Retrieved from: <https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/> - 2008.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. Trad. Carlos Irineu da Costa. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 2004. ISBN 85-85490-15-2.

LIBÂNEO, José Carlos – **Democratização da escola pública** – a pedagogia crítico-social dos conteúdos, 2006, 21ª edição.

LUCAS, M., & Moreira, A. (2018). **DigCompEdu**: quadro europeu de competência digital para educadores. Aveiro: UA.

MARTIN, L. (2015). The Promise of the MAKER Movement for Education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, 5 (1), Article 4. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>.

MURPHY, C., SMITH, G.; BRODERICK, N. A Starting Point: Provide Children Opportunities to Engage with Scientific Inquiry and Nature of Science. **Res Sci Educ** (2019). <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9825-0> .

NA UBON, A.; KIMBLE, C. Knowledge Management in Online Distance Education. In: **Proceedings of the 3rd International Conference Networked Learning 2002**, University of Sheffield, UK, March 2002, p. 465-473.

NASCIMENTO, S.; PÓLVORA, A. **Sci Eng Ethics** (2018) 24: 927. MAKER Cultures and the Prospects for Technological Action <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9796-8> .

NEUMAN, WL **Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches**. 3ª Edição, Allyn and Bacon, Boston, 1997.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa**. 12. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NONAKA, I. A empresa criadora de conhecimento. In: TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, I. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008. p. 39-53.

NONAKA, I., TOYAMA, R., & KONNO, N. SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. **Long Range Planning**, 33,5–34. January 2000 - Long Range Planning 33(1):5-34 DOI: 10.1016/S0024-6301(99)00115-6 .

O'DELL, C.; HARPER, M. **Using knowledge-sensitive measures to evaluate km's impact in STEM disciplines**. <https://www.apqc.org/resource-library/resource-listing/using-knowledge-sensitive-measures-evaluate-kms-impact-STEM> .

OECD (2019), "Brazil", in **Education at a Glance 2019: OECD Indicators**, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/246ea76d-en> . OECD, 2019.

OECD **Universal Basic Skills: What Countries Stand to Gain**. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264234833-en> ISBN 978-92-64-23483-3 (PDF) . OECD, 2015.

ORMSBY, R., ROBIN D.; MARKA, O. Preparing for the Future with Games for Learning: Using Video Games and Simulations to Engage Students in Science, Technology, Engineering, and Math, **Astropolitics**, 9:2-3, 150-164 – 2011 <http://dx.doi.org/10.1080/14777622.2011.625924> .

ORTIZ-REVILLA, J.; Greca, I.M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. **La Educación STEAM y el desarrollo competencial en la Educación Primaria**. In I.M. Greca & J.Á. Meneses Villagrà (Eds.), **Proyectos STEAM para la Educación Primaria: Fundamentos y aplicaciones prácticas** (pp. 41-54). Madrid: Dextra.2018.

PAPERT, S. **Bode Miller: o esquiador mais criativo do mundo**. Artigo para o Bangor Daily News (Bangor, Maine). 2002. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/BodeMiller.html> . Acesso em: 05 jun. 19.

PERRENOUD, P.; THURLER, M.G. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PETERSON, A. et al. “Understanding innovative pedagogies: Key themes to analyse new approaches to teaching and learning”, **OECD Education Working Papers**, No. 172, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9f843a6e-en> - 2018.

POLANYI, M. **A dimensão tácita**. Trad. Eduardo Beira. Inovatec: Portugal, 2010.

PRIBADI, H. Ba, Japanese-Style Knowledge Creation Concept: A Building Brick of Innovation Process inside **Organization Journal Teknik Industri**, Vol. 12, No. 1, Juni 2010, 1-8 ISSN 1411-2485.

PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. **GC: os elementos construtivos do sucesso**. Trad. Maria Adelaide Carpigiani. Porto Alegre: Bookman, 2002.

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

PRUSAK, L. Where did knowledge management come from? **IBM Sy STEMs Journal**, VOL 40, NO 4, 2001.

PUGLIESE, G.O. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM** (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Campinas, SP:2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Orientador: Vera Nisaka Solferini.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manuel de recherche en sciences sociales**. Paris: Dunod, 1995.

ROOT-BERNSTEIN, R. Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students **Asia Pacific Educ. Rev.** (2015) 16:203–212 DOI 10.1007/s12564-015-9362-0.

ROOT-BERNSTEIN, R.S., BERNSTEIN, M.; GARNIER, H. Correlations Between Avocations, Scientific Style, Work Habits, and Professional Impact of Scientists, (1995) **Creativity Research Journal**, 8:2, 115-137, DOI: 10.1207/ s15326934crj0802_2.

ROPOHL, G. Philosophy of Socio-technical systems. **Society for Philosophy and Technology**, v.4, n. 3, 1999. Disponível em: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4n3/ROPOHL.html> . Acesso em:10 abr. 2019.

RUSHKOFF, D. **As 10 questões essenciais da era digital**: programe seu futuro para não ser programado por ele. Trad. Carlos Alberto Silva. São Paulo: Saraiva, 2012.

SÁENZ, M.G. China despliega su poderío universitario: El gigante asiático ha superado ya a EEUU y a todos los sistemas universitarios combinados de los países de la Unión Europea en estudiantes graduados. *In*: SÁENZ, Marina García. **La Vanguardia**: El gigante asiático ha superado ya a EEUU y a todos los sistemas universitarios combinados de los países de la Unión Europea en estudiantes graduados. Hong Kong: . n., 28 ago. 2019. Disponível em: <https://www.lavanguardia.com/participacion/lectores-corresponsales/20190828/464234081637/poder-universidades-china-asia.html?facet=amp> . Acesso em: 8 set. 2019.

SANDERS, M. E. **Integrative STEM education as best practice**. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education*. Vol.2 (pp. 103-117). Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia:2012. ISBN 978-1-921760-95-2.

SANDERS, M. STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. 2009.

SANTAELLA, L. **Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano**. *Revista FAMECOS* • Porto Alegre • nº 22 • dezembro 2003.

SANTOS, M.; LOURENÇO, G.C.U.; GOMES, L.R.L.; BORTOLOZZI, F.; TENÓRIO, N. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 8, número especial, p. 151-166, out. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21714/2236-417X2018v8nep151> Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc>. ISSN: 2236-417X. Acesso em: 10 jun. 2019.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P. ; THORNHILL, A. **Métodos de pesquisa para estudantes de negócios**. 5. ed. Inglaterra: Pearson Education Limited, 2009.

SBCC. **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 04 jun. 2019.

SCHEMENT, J.R. **Enciclopédia de Comunicação e Informação** Editor-chefe: (Enciclopédia de três volumes, publicada em 2001 pela Macmillan Reference USA, Nova York) GC Chun Wei Choo <http://choo.ischool.utoronto.ca/Macmillan/default.html>

SCHMITT N.C. *et al.* Compartilhamento De Conhecimento: Os Meios Utilizados no Contexto da Educação a Distância. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, vol. 8, núm. 1, janeiro, 2015, pp. 68-85 Universidade Federal de Santa Catarina Santa Catarina, Brasil.

SCHMITT, U. The Significance of ‘Ba’ for the Successful Formation of Autonomous Personal Knowledge Management Sy STEMs. Accepted Chapter for **Springer's Advances in Intelligent Sy STEMs and Computing Series (AISC)**. 2194-5357. (Selected Papers from KICSS’2014 - 9th Int. Conference on Knowledge, Information, and Creativity Support Sy STEMs, (KICSS), Limassol, Cyprus, November 6-8). 2015.

SERVIN - ABC of Knowledge Management, Freely extracted from the NHS National Library for Health at. Disponível em: <http://www.library.nhs.uk/knowledgemanagement/> by Géraud Servin. Creator: NHS National Library for Health: Knowledge Management Specialist Library Contributor: Caroline De Brún Publication Date: July 2005.

SHAGHAEI, N., & TURGAY, T. Performance Improvement through Knowledge Management and Innovation in Educational Institutions: Teachers’ Perception. **GSTF International Journal on Business Review**, 2(4), 143-147. <http://dl6.globalstf.org/index.php/gbr/article/view/737> .

SHIRKY, C. **A cultura da participação: Criatividade e generosidade no mundo conectado**. Tradução Celina Porto Carrero. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

SHUM, S.; CRICK, R. Learning dispositions and transferable competencies: Pedagogy, modelling and learning analytics. In **Proceedings of LAK'12**. Vancouver, BC, Canada: ACM Press. 2012.

SIBBET, D. **Reuniões Visuais: Como Gráficos, Lembretes Autoadesivos e Mapeamento de Ideias Podem Transformar a Produtividade de um Grupo**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013.

SIBBET, D. **Visual Intelligence: Using the Deep Patterns of Visual Language to Build Cognitive Skills**. *Theory Into Practice*, 47(2), 118–127. doi:10.1080/00405840801992306 – 2008.

SILVA, J. **A presença das tecnologias no desenvolvimento das crianças**. Trabalho de conclusão de Estágio 2018 - Graduanda do Curso de Psicologia, Centro Universitário Campo Real (Brasil) Ana Bela dos Santos: Professora orientadora. Centro Universitário Campo Real. *Psicologia.pt* ISSN 1646-6977 Documento publicado em 10.12.2018.

SUNG, Y.T.; CHANG, K.E.; Liu, T.C. The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis, **Computers and Education**, Vol. 94, pp. 252-275. – 2016.

SVEIBY, K.E. **A nova riqueza das organizações**; tradução: Luis Euclides Trindade Frozão Filha, Rio de Janeiro: Campus, 1998.

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

TARAPANOFF, K. Inteligência, informação e conhecimento: relações e complementariedades. TARAPANOFF, K. (org.) **Inteligência, informação e conhecimento em corporações**. Brasília: UNESCO, 2006.

TERRA, J.C.C. **GC: o grande desafio empresarial**. 3a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

TONIN, Laís Bueno. **A criação do conhecimento sob a perspectiva do BA na metodologia de ensino híbrido no contexto da educação superior** / Laís Bueno Tonin. –Maringá-PR: UniCesumar, 2018.145 f.: il. color; 30 cm. Orientadora: Cláudia Herrero Martins Menegassi. Coorientadora: Regiane da Silva Macuch. Dissertação (mestrado) – UNICESUMAR - Centro Universitário de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações, 2018.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação**. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

UNESCO - **Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering, and mathematics (STEM)** 2017.

UNESCO. **Glossário de terminologia curricular**. IBE, 2016.

UNESCO. **Educação para a cidadania global**: preparando alunos para os desafios do século XXI. Brasília, 2015.

WANG, H., MOORE, T. J., ROEHRIG, G. H.; PARK, M. S. STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-EER)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636> - 2011.

WIIG, K. **Knowledge management foundations**: thinking about thinking. How people and organizations create, represent and use knowledge. Arlington, TX: Schema Press, 1993.

WORLD ECONOMIC FORUM (2017). What are the 21st-century skills every student needs? Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/> Acesso em: 10 jun. 2019.

YOUNG, R. **Knowledge Management: Tools and Techniques Manual**. Tóquio, Asian Productivity Organization, 2020.

APÊNDICE A – Lista de ferramentas online para o ensino

Site com Ferramentas	https://www.classtools.net/
	https://www.canva.com/
	https://kahoot.com/
	https://rachacuca.com.br/
	https://edu.google.com/intl/pt-BR_ALL/teaching-resources/
	https://www.geniol.com.br/
Site com Simulações	https://phet.colorado.edu/pt_BR/
	http://relle.ufsc.br/
Site com projetos STEM	https://www.merakilane.com/hands-on-fun-41-stem-projects-for-kids-of-all-ages/
Site para criação de histórias em quadrinhos	https://www.makebeliefscomix.com/
Ferramenta quadro-branco	https://liveboard.online/
	https://www.educations.com/
	https://products.office.com/pt-br/microsoft-whiteboard/digital-whiteboard-app
Ferramenta Gamificação	https://www.educaplay.com/login/
	https://hotpot.uvic.ca/
Ferramenta Podcast	https://anchor.fm/
Ferramenta para Vídeos	https://www.loom.com/
	https://edpuzzle.com/
Ferramenta para Engajamento	https://www.mentimeter.com/
	https://www.goconqr.com/pt-BR
	https://www.socrative.com/
	https://monkeylearn.com/wordcloud/
Ferramenta para Alfabetização computacional	https://appinventor.mit.edu/explore/teach
	https://code.org/
Ferramenta para Mapa Mental	https://www.mindmup.com/
Ferramenta para criação e gestão de Aulas híbridas	https://www.blendspace.com/lessons
	https://www.peardeck.com/
	https://new.edmodo.com/
	https://wakelet.com/

Fonte: A autora, 2020.

ANEXO A – Esquematização do sistema Ba

