



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

# INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS, ENGENHARIAS, ARTES E MATEMÁTICA (STEAM) COMO FERRAMENTA DE CONEXÃO DE CONHECIMENTOS VISANDO UMA FORMAÇÃO EQUITATIVA, INCLUSIVA E DE ALTA QUALIDADE.

Wilson Kindlein Júnior<sup>1</sup>, Rosinei Batista Ribeiro<sup>2</sup>

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo apresentar e desenvolver algumas pistas e bússolas úteis para docentes, alunos e pesquisadores, principalmente para aqueles que buscam à formação da seiva integradora adquirida quando aplicamos o STEAM como elemento propulsor da conexão destes múltiplos conhecimentos. Neste sentido, o presente trabalho discute a importância da compreensão e do acompanhamento das constantes novidades mundiais na área de Seleção de Materiais e Processos de Fabricação (SM&PF) com vistas a reforçar a importância destes saberes e competências a fim de assegurar uma formação atualizada, equitativa, inclusiva e de alta qualidade.

**Palavras-Chave:** STEAM, SM&PF, Inclusão, Mulheres, Design & Tecnologia.

### 1. INTRODUÇÃO.

O (a) engenheiro(a), o (a) artista e o (a) designer já não se encontram perante um número restrito de materiais com propriedades conhecidas e constantes. Estão perante um assombroso e crescente campo de possibilidades advindas de uma multiplicação de diversos materiais e inúmeros processos de fabricação que determinam uma especialização em determinados campos de aplicação, forçando a triagem adequada de recursos e a atualização contínua de conhecimentos. É fundamental essa atualização constante e sistemática dos conhecimentos para que não ocorra uma desvinculação fatal do que é ensinado com o que é utilizado na prática de mercado. Neste sentido, é relevante o estudo e o consequente aprofundamento do conhecimento dos materiais e dos processos produtivos que se mostram basilares, então, para a concretização de bons projetos, trazendo benefícios estéticos, técnicos, de durabilidade, fabricação e até de distribuição. É interessante salientar que, não raras vezes, a engenharia vem tomando decisões que acarretam alterações ao produto, na fase de desenvolvimento ou durante a produção, sem levar em conta preceitos vinculados a outras áreas partícipes do projeto. Este tipo de abordagem não deve ser entendido como uma tentativa de ingerência ou usurpação de funções, mas simplesmente compreendida como uma consequência de uma lógica conservadora na prática de projeto sem o diálogo profícuo entre os campos do conhecimento da ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Sendo assim, o futuro do Design (que pode ser encarado como o fio condutor desta conexão de saberes e

---

<sup>1</sup> Professor Titular do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>2</sup> Professora Titular do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS, Unidade de Pós-graduação, Extensão e Pesquisa, FATEC – Cruzeiro/Guaratinguetá, SP.



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

competências) está umbilicalmente vinculado ao incremento científico e tecnológico e a capacidade de absorção de conhecimentos integradores, tais como o STEAM.

Segundo Kindlein (2021, p. 130) a importância da conexão de saberes e competências do STEAM frente aos desafios da formação superior e da investigação científica multidimensional com foco no Design. Outro trabalho dos mesmos autores também recente, intitulado “O estranho-familiar e suas implicações em projetos de engenharia, artes e design”, reforça que o conhecimento dos materiais e dos processos de fabricação é fundamental para que, tanto o engenheiro (a), quanto o (a) designer e, também o (a) artista, possam materializar uma ideia, seja ela esperada (familiar) ou inesperada (estranhamente familiar). Nestes trabalhos os autores abordam a importância do domínio das técnicas de fabricação e da escolha dos materiais no que diz respeito a capacidade de materialização da ideia, KINDLEIN, 2021.p. 22).

### 2. PROBLEMAS, OBJETIVOS E DESENVOLVIMENTO

A fim de materializar um conceito na área de Design de Produto é fundamental o domínio não só das propriedades técnicas dos materiais, mas, também de suas características vinculadas a percepção tátil, visual, olfativa etc. (características intangíveis). Somado a esse desafio é fundamental, ainda, o conhecimento dos métodos e técnicas de fabricação. Neste sentido, várias teses e dissertações têm sido desenvolvidas, no Brasil, com ênfase neste binômio “Design & Tecnologia” (alguns destes trabalhos estão listados na bibliografia deste artigo com a finalidade de servir de pistas e bússolas para quem quiser embrenhar-se no estudo deste importante binômio). O bom desenvolvimento da área de STEAM no Brasil está vinculado, então, a compreensão e ao acompanhamento das constantes novidades mundiais na área de seleção de materiais e processos de fabricação. O presente artigo tem por objetivo apresentar e desenvolver algumas pistas e bússolas úteis para docentes, alunos e pesquisadores, principalmente para aqueles que buscam à formação da seiva integradora adquirida quando aplicamos o STEAM como elemento propulsor da conexão destes múltiplos conhecimentos. Sendo assim, é muito importante assegurar — para que possamos alcançar uma formação inclusiva e de qualidade — que os planos de ensino contemplem essa atualização sistemática de conhecimentos em Seleção de Materiais e Processos de Fabricação (SM&PF), levando, também, em conta a equidade e a diversidade de gênero para que o reflexo desta pluralidade seja contemplado nos projetos dos produtos, processos e sistemas que são os estais da atual sociedade da inovação e do conhecimento.

Um estudo, realizado no exterior, que vale mencionar nesta ocasião foi uma pesquisa desenvolvida com 04 (quatro) escolas de ensino médio com a formação (amostra) de 46 (quarenta e seis) grupos com 3 (três) a 4 (quatro) estudantes em *Sakon Nakhon* na Tailândia, os autores notaram à apreensão da nanotecnologia e da ciência dos materiais como forma de integração das disciplinas e da busca pela criatividade, (A. KHAMHAENGPOL, 2021, p. 7).

Segundo Madden (2013, p. 546), desenvolveu uma metodologia científica usada para criar uma estrutura curricular baseada na ciência e na criatividade “pensar fora da caixa” com equipes diferentes em suas *expertises*, incluindo revisões da literatura sobre a natureza da criatividade e como desenvolvê-la. Uma conceituação de criatividade envolve distinguir o pensamento divergente do convergente, em distintas esferas do conhecimento e das áreas como propõem o STEAM. O pensamento convergente está seguindo um



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

processo para alcançar uma solução para um problema, ora o divergente e, portanto, busca a criatividade, é definido em termos de fluência, flexibilidade e originalidade dos processos cognitivos, isso aplicado com potencial nas formações de crianças do ensino fundamental e médio. As jovens mulheres conectadas ao STEAM, e o trabalho busca mostrar os vieses da igualdade de gênero (ODS 5), que empodera as mulheres/meninas como meta de acabar com todas as formas de discriminação em todas as partes, suprimindo as formas de discriminação de gênero, nas suas intersecções com raça, etnia, idade, deficiência, orientação sexual etc. Dados revelados pela ONU, mostram que as mulheres representam, nas universidades, apenas 35% dos estudantes matriculados em STEAM e em especial nas engenharias de produção, civil e industrial, e em tecnologia: não chegam a 28% do total. Em contrapartida, essas áreas do conhecimento demonstram territórios férteis de oportunidades de trabalho e desenvolvimento futuro com estímulo aos campos propícios para as inovações que geram novas ideias, ações dinâmicas e acesso ao mercado de trabalho na atual sociedade do conhecimento (UNESCO, 2022, p. 17).

### 3. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Para desenvolver e aprofundar a temática em questão é interessante abordar alguns tópicos que foram discutidos no colóquio intitulado: "*Un rêve pour les filles et les garçons : LA SCIENCE*". Esse colóquio (Um sonho para as meninas e meninos: A Ciência) foi realizado em 2019 no *Auditorium de Grenoble INP, Parvis Louis Neel*, (<https://figas.sciencesconf.org/resource/page/id/1>) na cidade de Grenoble (França). Nesta ocasião foram apresentados e discutidos vários assuntos relativos ao tema da educação científica, especialmente para meninas (mulheres). Diversas conclusões e reflexões sobre os óbices que dificultam a presença da mulher nas áreas científicas foram apresentadas neste colóquio. Uma das constatações interessantes foi de que a presença feminina na área da informática tem caído drasticamente em comparação com algumas décadas atrás (razão homem/mulher de 37% de mulheres com diplomas de informática em 1984 e apenas 18% de mulheres com diploma de informática em 2016 nos EUA). Essa tendência é notada em nível mundial. Nas áreas científicas observa-se uma baixa expressiva da presença feminina (principalmente na matemática, física e química). Justamente áreas que são fundamentais para o entendimento das metodologias de Seleção dos Materiais e do bom emprego dos Processos de Fabricação.

Em áreas como a cyber segurança a presença é de apenas 11% e em direção de startups apenas 9%. Empresas como a Apple, Google, Facebook e Twitter contam com apenas 30% de mão-de-obra feminina. Algumas teorias para explicar essa insuficiência de mulheres no mundo das ciências foram relacionadas: *le paroi de verre* (a parede de vidro), *le plafond de verre* (o teto de vidro) e *le tuyau percé* (o tubo perfurado). A configuração do *status quo* excludente da mulher do processo instrutivo (peso das mentalidades) está fundeada no axioma coletivo do senso comum forjado ao longo do tempo. Por esse motivo muitos obstáculos conservam-se nas empresas para dificultar as carreiras das mulheres. Dois destes mecanismos são conhecidos pelo nome de teto de vidro e parede de vidro. O jargão "teto de vidro" refere-se aos empecilhos (barreiras) que excluem as mulheres dos mais elevados níveis hierárquicos da empresa. O jargão "paredes de vidro" é utilizado para conjecturar o fato de que as mulheres, geralmente, quando conseguem alcançar as posições mais altas, elas ficam em departamentos não estratégicos. Já o jargão "tubo perfurado" refere-se à diminuição da participação das mulheres à medida que se sobe na carreira científica (do vestibular até a posições mais altas nas universidades). Cabe salientar, que



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

os resultados do teste intitulado “PISA” (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) não apresentam diferença significativa no desempenho dos conhecimentos científicos de meninos e meninas de 15 anos. Neste sentido, é muito interessante verificar quais os óbices que impedem o crescimento profissional feminino nestes domínios do conhecimento e como esses óbices devem ser atacados. Uma importante ação a fazer é reforçar o papel da mulher na sociedade do conhecimento e principalmente no mundo do trabalho, cada vez mais vinculado às ciências, à informática, à inteligência artificial e as novas tecnologias de informação e comunicação. No ensino das ciências, tecnologias, engenharias e matemática (STEM) deve atentar-se a esse fato e abarcar (de forma significativa) a mulher nestas áreas do conhecimento para garantir uma sociedade igualitária. É muito perigoso um domínio de conhecimento como o da inteligência artificial (IA) ser majoritariamente conduzido por um sexo único (na situação atual, majoritariamente por homens), pois existe a forte possibilidade de incoerências (equivocos) na tomada de decisões (exemplo: um mecanismo de busca de IA pode classificar um homem de jaleco branco em uma determinada profissão e uma mulher de jaleco branco em uma outra profissão). Sendo assim, primeiramente é mandatário combater todas as formas de sexismo e discriminação baseada em estereótipos e preconceitos a fim de garantir a presença paritária de mulheres nas ciências aprofundando desse modo, a confiança e o combate ao sentimento de ilegitimidade. Também se faz mandatária a inclusão das artes (A) juntamente com os estudos das ciências, tecnologias, engenharias e matemática (STEM) para garantir no computo global que a decisão não leve só em conta os quesitos vinculados a fatores técnicos e racionais, mas também, estéticos, sensíveis e intuitivos (STEAM). Um caminho para melhorar a inserção das mulheres nas áreas científicas é a inclusão de mecanismos de gestão na universidade que favoreçam projetos que apelem para a integração das diferentes áreas através do STEAM, pois a paridade de gênero juntamente com equipes que almejem a transdisciplinaridade, a interdisciplinaridade, a multidisciplinaridade e mesmo as disciplinas-cruzadas são mandatários para que possamos construir uma sociedade mais justa e mais fraterna.

Outro evento, que ocorreu na cidade de Grenoble na França em 2019 e que visou tratar das questões da integração das mulheres na matemática se intitulou: "*Filles et maths: une équation lumineuse*" (Meninas e Matemática: uma equação luminosa). Essa iniciativa visava incentivar meninas a estudar matemática e, de maneira mais geral, estudos científicos e técnicos. A Ensimag/UGA (*École publique d'ingénieurs en informatique et mathématiques appliquées de Grenoble*) e Grenoble INP/UGA apoiaram esta iniciativa da "*Associations Femmes et Mathématiques et Animath*" e organizaram conjuntamente a 9ª edição deste evento dedicado às meninas do ensino médio da região de Ródano-Alpes (França). Participaram um total de 07 escolas (10 meninas por escola). Também foram reservadas 30 vagas para inscrições individuais (pessoais). O total de participantes girou em torno de 100 meninas. Nesta oportunidade foi possível acompanhar o *modus operandi* deste seminário onde ocorreu um momento de discussão (conversa pessoal), durante 1h e 45 minutos, das meninas com mulheres cientistas, matemáticas, setor de informática e engenheiras de grandes empresas. Em mesas, divididas em duas salas (fazendo um *turnover* de 20 minutos por mesa), as meninas tiveram a oportunidade de conversar com (mulheres) modelos de referência. Vale sublinhar que no final do evento ocorreu (durante duas horas) uma apresentação teatral do tipo *stand-up* cujo objetivo foi incentivar e desmistificar a presença das meninas nas áreas das ciências (notadamente na matemática, informática, inteligência artificial e engenharias). Nesta ocasião o grupo teatral *Forum* encenou várias situações visando desmistificar e fomentar a presença das mulheres nas



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

carreiras científicas. Algumas meninas foram convidadas a participar no palco (juntamente com o grupo teatral), encenando e tentando resolver situações de preconceitos, autocensura e/ou estigmatização vinculadas à presença da mulher em profissões e escolhas de carreira que são tidas preconceituosamente pela sociedade como masculinas.

Uma ideia (insight) que é interessante trazer nesta oportunidade é preparar, no Brasil, material didático para escolas de ensino médio e fundamental vinculando “Matemática & Ciências” por meio da Biônica. Utilizou-se os recursos de digitalização 3D, fabricação aditiva, gravação e corte a laser partindo de referências da natureza: número áureo, retângulo áureo e espiral áurea; trabalhando, por exemplo, as relações da natureza com a geometria, parametrização e gramática de formas. Desta maneira poderemos incentivar as (os) alunas (os) a aprender matemática e ciências de uma maneira integrada e lúdica. Essa contribuição tem forte potencial para integrar o ensino conjunto das ciências, tecnologias, engenharias, artes e matemática (STEAM) aproveitando os conhecimentos e infraestrutura laboratorial das universidades e seus diversos grupos de pesquisa com vistas a formação inclusiva, equitativa e de alta qualidade. Dentro dessas ilhas de conhecimentos e inspirações alguns estudos têm sido desenvolvidos em universidades, empresas, sociedade civil organizada e laboratórios visando aumentar a sinergia nas esferas do conhecimento da pós-graduação, graduação e do ensino médio. Ações pontuais de inclusão de mulheres no STEAM vem sendo desenvolvidas no Centro Universitário Teresa D’Ávila (UNIFATEA), na cidade de Lorena (São Paulo) e têm proporcionado a interação da Biônica, Nanoarte e Grafitti com as respectivas reflexões e emoções que iniciam desde os elementos naturais coletados pelas bolsistas em seu local de vivência e transcendem a partir das visitas em centros de pesquisas e vivências laboratoriais com as análises das microestruturas obtidas a partir dos materiais cerâmicos em diferentes condições de uso e propaga-se nas investigações e interação com o (STEAM). Essas ações são importantes diante da baixa adesão das mulheres e em especial as jovens do ensino médio e mostram-se fundamentais como mecanismos de socialização e popularização da ciência, de caráter interdisciplinar e interinstitucional. Neste contexto, destacamos os trabalhos desenvolvidos pelo programa institucional de iniciação científica para o ensino médio (PIBIC-EM) que tem como finalidade a inserção da Biônica e da Nanoarte com o STEAM, que se concentra em visitas monitoradas periódicas em laboratórios de materiais, análise das texturas das micrografias e sua morfologia, modelagem 3D para desenvolvimento de produtos, microscopia óptica e eletrônica de varredura para aquisição das imagens, em seguida o processamento digital com o conceito da psicologia das cores aplicadas e as percepções emocionais, cognitivas que vetoriza entre o material e o imaterial com uma forma didática e de visão crítica dos elementos naturais, abertura do campo de criatividade pessoal, melhoria na observação, percepções e sensatez nas relações lógicas, afetividade e dinâmica na operacionalização dos elementos 2D e 3D.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O (a) projetista deve ter maturidade e conhecimento atualizado nas áreas de Seleção de Materiais e Processos de Fabricação para que tenha a competência suficiente a fim de decidir quais as escolhas científicas e as adaptações tecnológicas que devem ser realizadas, numa perspectiva de não bloquear a criatividade e a inovação. Sendo assim, o conhecimento dos materiais compósitos, materiais biônicos, materiais inteligentes etc. e das técnicas de representação, produção e intervenção (impressão 3D, fabricação digital, digitalização 3D, cortadoras e gravadoras a laser, tomografias, termografias, usinagem de



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

alta velocidade - *HS* etc.) devem ser vistas como um estímulo à inovação (texturas, acabamentos, forma, cor etc.). Há atualmente uma corrente na engenharia para a qual a principal razão para conceber novos materiais e processos de fabricação (presente-futuro) é a maior liberdade de execução criativa que eles permitem. A escolha dos materiais e dos processos de fabricação passa então a elevar-se como fator capital do conceito do produto não se limitando a um problema somente da engenharia. Esta escolha passa ao *status* de oportunidade de gerar inovação o que possibilita um avanço tanto na área das engenharias quanto nas áreas do design e das artes. A comprovação da relevância desta abordagem é a mandatária necessidade de conexão das ciências, das tecnologias, das engenharias, das artes e da matemática (STEAM) frente aos novos paradigmas da inovação num mundo globalizado, somando-se a isso, sabe-se que para o sucesso de uma equipe multidisciplinar é fundamental a inclusão de pessoas de diferentes gêneros e de diferentes locais de fala. Isto é válido desde que os (as) atores (as) entendam este desafio como benéfico e que sejam capazes de se integrarem, se unirem e se associarem.

Para finalizar, neste artigo apresentamos algumas pistas e bussolas sob ótica do (STEAM) como ferramenta de conexão de conhecimentos visando uma formação equitativa, inclusiva e de alta qualidade. Vale destacar que os três pilares do ensino e da pesquisa que favorecem a integração dos conhecimentos STEAM são os três H's (*heart, head and hands*). Coração (paixão), Cabeça (estratégia) e Mãos (prática). O sucesso do encontro das habilidades e competências adotadas está intimamente ligado as áreas do conhecimento do docente, sua capacidade de aprimoramento, abertura para novos desafios e seu aprofundamento nas táticas usadas em seus exercícios com o STEAM. O engajamento e a forma de transformação na relação ensino – aprendizagem com os estudantes convida o docente a receber o *feedback* constante para a melhoria contínua das atividades e registro do progresso das propostas em diferentes dimensões do STEAM. A fim de deixar bem claro — olha só! — para ter chances de sucesso no mundo do conhecimento é fundamental conhecer os materiais, os processos de fabricação e atuar com estratégia, paixão e mão na massa (3 H's).

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), bem como da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

### REFERÊNCIAS

1. Kindlein, Wilson. Jr; Félix Bressan e Palombini, Felipe Luis. A importância do STEAM frente aos desafios da formação do ensino superior e da pesquisa multidimensional em Design. Em **Revista Estudos em Design**, 29, (2021), p. 116-130, doi:10.35522/eed.v29i1.1152.
2. Kindlein, Wilson. Jr; Félix Bressan e Palombini, Felipe Luis. O “estranho-familiar” e suas implicações em projetos de engenharia, artes e design. (2021). V Congresso Internacional e X Workshop Design & Materiais 2021. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.



## I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

- [http://extremooriente.4users.com.br/artigo\\_kindlein\\_bressan\\_palombini.pdf](http://extremooriente.4users.com.br/artigo_kindlein_bressan_palombini.pdf).  
Acessado em 22 de agosto de 2022.
3. BRESSAN, F. Design e Tecnologia: estratégias generativas expressivas em superfície e volumetria. 2018. 230 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
  4. PALOMBINI, F. L. Diretrizes para pesquisas em materiais vegetais com análises por elementos finitos baseadas em microtomografia de raios X e implicações para projetos de biônica em design e engenharia. 2020. 196 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.
  5. João Rogério Machado Pereira. Processamento do arenito por fresamento CNC, a partir da digitalização 3D, para produção de réplicas de objetos do patrimônio cultural" (2019). 208 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGE3M. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
  6. B. W. G. Barbosa; B. S. M. Domingos; F. Vernilli Júnior; R. B. Ribeiro. "NANOARTE: Ciência e tecnologia dos materiais". Em: **Revista Plural Design**, 02, (2019) pp.01-19, doi: 10.21726/pl.v2i1.80.
  7. A. Khamhaengpo ; M. Sriprom; P. Chuamchaitrakool. Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. Em **Thinking Skills and Creativity** 39 (2021), pp. 01 – 07, doi:10.1016/j.tsc.2021.100796
  8. M. E. Madden ; M. Baxtera ; H. Beauchamp ; K. Boucharda ; D. Habermas ; M. Huffa ; B. Ladd ; J. Pearon ; G. Plague. Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. Em **Procedia Computer Science** 20 (2013), 541 – 546, doi: 10.1016/j.procs.2013.09.316.
  9. A. Bello ; M. E. Estébanez. Uma equação desequilibrada: Aumentar a participação das mulheres na STEM na LAC. **Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. UNESCO**, 2022. Acessado em 25 de agosto de 2022 ([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp)).