Trajetórias Acadêmicas e Profissionais de Egressos de Espaços Maker: um estudo de métodos mistos nos Espaços 4.0 do IFAL

Ianara N. dos S. Mendonça[1], Luiz H. N. Almeida[1], Cassiano H. de Albuquerque[1]

[1]Campus Maragogi – Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Maragogi – AL – Brasil

{insm2,lhna1}@aluno.ifal.edu.br, cassiano.henrique@ifal.edu.br

Abstract. *Conducted within a high-school scientific initiation project (PIBIC-EM), this study analyzes the impact of the Espaço 4.0 Program at the Federal Institute of Alagoas (IFAL) on the academic and professional trajectories of 261 graduates. A mixed-methods approach based on the TMI-E model was adopted, combining quantitative statistical analyses (chi-square tests, ANOVA, and logistic regression) with qualitative content analysis. The development of maker skills was the main predictor of continued education and professional placement, with a particularly strong effect among student mentors. Gender and racial disparities in perceived influence persist, as do institutional difficulties in connecting graduates to the local job market. Improving the program requires redesigning courses and building regional professional-placement networks.*

Resumo. *Desenvolvido no âmbito de uma pesquisa de Iniciação Científica do Ensino Médio-Técnico (PIBIC-EM), este estudo analisa o impacto do Programa Espaço 4.0 no Instituto Federal de Alagoas (IFAL) sobre as trajetórias acadêmicas e profissionais de 261 egressos. Adotou-se uma metodologia de métodos mistos fundamentada no modelo TMI-E, combinando análises estatísticas quantitativas (testes de qui-quadrado, ANOVA e regressão logística) com análise de conteúdo qualitativa. O desenvolvimento de habilidades maker foi o principal preditor da continuidade dos estudos e da colocação profissional, com efeito mais acentuado entre os monitores. Persistem disparidades de gênero e raça na influência percebida e dificuldades institucionais para conectar os egressos ao mercado de trabalho local. O aprimoramento do programa requer a reformulação de cursos e a criação de redes regionais de inserção profissional.*

1. Introdução

Na era da informação abundante, o desafio da educação contemporânea não se limita à retenção de dados, mas envolve formar estudantes capazes de conectar informações de modo crítico, criativo e original. Sob a ótica de Castells (1999), a criatividade na era digital manifesta-se na transformação do excesso de dados em conhecimento inovador, exigindo práticas pedagógicas que desenvolvam competências analíticas e preparem os sujeitos para atuar também como produtores de tecnologia.

Essa demanda é intensificada pela Indústria 4.0, caracterizada pela integração entre tecnologias físicas, digitais e biológicas, como Internet das Coisas (IoT), Big Data,

Inteligência Artificial (IA), robótica e manufatura digital [Schwab 2016]. Mais do que uma transformação produtiva, esse paradigma impacta a cultura, o cotidiano e o mercado de trabalho, exigindo cidadãos capazes de compreender, utilizar e produzir tecnologias.

No Brasil, o Programa Espaço 4.0 foi implementado a partir de 2021 para ampliar o acesso à formação tecnológica de jovens, com investimento inicial de R$ 6,9 milhões e previsão de implantação em dez estados [Brasil 2021]. No IFAL, esses ambientes foram estruturados como espaços maker de aprendizagem ativa, articulando infraestrutura tecnológica, cursos de capacitação, atuação de monitores e desenvolvimento de competências digitais e profissionais [Albuquerque 2025].

2. Fundamentação Teórica

A educação maker, fundamentada no construcionismo de Papert [Papert 1980], sustenta que a aprendizagem é mais profunda quando o estudante constrói objetos significativos. Sua expansão escolar envolve a fabricação digital e práticas de invenção (tinkering), conforme discutido por Blikstein (2018) e por Martinez e Stager (2019). No Brasil, embora essa cultura esteja em crescimento, revisões da literatura apontam desafios de infraestrutura, formação docente e avaliação [Soomro et al. 2023].

Para estruturar essa vivência, o modelo TMI-E [Albuquerque 2025] organiza a experiência maker nos movimentos Pensar, Fazer, Melhorar e Explorar, associados às competências de autonomia e criatividade, habilidades técnicas e colaborativas, refinamento e reflexão crítica, e iniciativa e exploração — conjunto que constitui o escore de habilidades da pesquisa. A avaliação do impacto recorre ainda aos conceitos de autoeficácia [Bandura 1997] e criatividade [Runco e Jaeger 2012].

No cenário nacional, Carvalho (2024) identifica que a atuação dos Fab Labs é heterogênea e pouco articulada às áreas STEAM e à diversidade. Paralelamente, no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), estudos sobre a trajetória de egressos do ensino técnico [Ferreira e Raitz 2017] destacam as incertezas dos jovens entre a inserção no mercado de trabalho e a continuidade no ensino superior. Este trabalho conecta esses dois debates ao analisar, com suporte estatístico, como a experiência prática nos Espaços 4.0 do IFAL impacta o percurso acadêmico e profissional de seus egressos.

3. Trabalhos Relacionados

Pesquisas sobre espaços maker indicam potencial para desenvolver competências técnicas, criativas e socioemocionais, mas ainda apresentam lacunas sobre impactos de longo prazo. Em revisão internacional, Soomro et al. (2023) destacam avanços na criatividade, enquanto Andrews, Borrego e Boklage (2021) observaram ganhos em inovação, autoeficácia e pertencimento em ambiente universitário. Para compreender tais percursos, os tracer studies surgem como ferramenta essencial para conectar formação e inserção profissional [Schomburg 2003].

Este trabalho busca contribuir diretamente com essa discussão ao investigar a trajetória de 261 egressos distribuídos por seis campi do IFAL. A pesquisa combina dados quantitativos e qualitativos, utilizando o modelo TMI-E como referência analítica central para avaliar as competências práticas e socioemocionais efetivamente consolidadas ao longo da experiência nos Espaços 4.0.

4. Metodologia

Esta pesquisa é resultado de um projeto de Iniciação Científica do Ensino Médio (PIBIC-EM), desenvolvido no IFAL – Campus Maragogi e vinculado ao grupo TECMAKER-IFAL (Grupo de Pesquisa em Tecnologias Criativas e Educação Maker do Instituto Federal de Alagoas), com a participação de estudantes bolsistas do ensino médio integrado. O trabalho constitui a primeira fase de um acompanhamento longitudinal dos egressos dos Espaços 4.0.

O estudo adotou um delineamento de métodos mistos [Creswell e Plano Clark 2018], que combina números (dados quantitativos) e relatos em texto (dados qualitativos) para compor um retrato mais completo. Os dados foram coletados por um questionário eletrônico com lógica de ramificação: conforme o perfil informado, cada participante era direcionado a um de três blocos de perguntas — monitores, estudantes da instituição e participantes do público externo. Para permitir a comparação entre os grupos, os três blocos foram reunidos em uma única base de dados.

Participaram 261 egressos dos seis campi de implantação do programa (Arapiraca, Maragogi, Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos e Viçosa). A Tabela 1 resume os três perfis. As perguntas de opinião usaram a escala Likert de quatro pontos, na qual a pessoa indica o quanto concorda com uma afirmação (de 1 = Discordo Totalmente a 4 = Concordo Totalmente).

Tabela 1. Perfis de participação na amostra (n = 261).

Perfil	n	%
Estudante do público externo	167	64,0%
Estudante da instituição	60	23,0%
Monitor(a)	34	13,0%

4.1. Análises realizadas

As respostas foram analisadas por abordagens quantitativa e qualitativa. Na etapa quantitativa, calcularam-se médias, percentuais e a confiabilidade das escalas pelo alfa de Cronbach [Cronbach 1951]. Também foram aplicados testes estatísticos para identificar diferenças e associações significativas, adotando valor-p menor que 0,05. Utilizaram-se qui-quadrado, McNemar [McNemar 1947], ANOVA, correlação de Spearman e regressão logística múltipla, expressa pela razão de chances (OR) [Hosmer e Lemeshow 2000].

Na etapa qualitativa, 267 respostas abertas foram organizadas em temas, com base nos ciclos de codificação descritiva e de valores propostos por Saldaña (2016). O anonimato dos participantes foi preservado, observando-se princípios éticos previstos na Resolução CNS nº 466/2012 [Brasil 2012].

5. Resultados e Discussão

A análise indicou que o Espaço 4.0 atinge predominantemente a população de baixa renda, mas revelou desafios de inclusão, como a baixa presença feminina e disparidades na distribuição por raça/cor.

No âmbito quantitativo, o teste qui-quadrado mostrou associações entre a formação acadêmica e a propensão ao empreendedorismo, além de ligações entre turno, perfil de participação, influência nos estudos e a escolha da área. Os relatos qualitativos aju-

dam a entender esses dados: por estarem mais imersos na rotina dos cursos, os monitores tendem a seguir áreas vinculadas às atividades do laboratório, enquanto os estudantes regulares conectam suas escolhas mais às suas vivências profissionais do que à formação em si.

Notaram-se também variações entre campi e perfis. Maragogi registrou maior impacto percebido que Santana do Ipanema. Do mesmo modo, homens, pessoas autodeclaradas brancas e acadêmicos da graduação relataram efeitos mais significativos do que mulheres, pessoas autodeclaradas negras e estudantes do ensino médio. Esses achados apontam para a urgência de medidas que ampliem a presença feminina e atenuem as desigualdades raciais e regionais nos Espaços 4.0.

5.1. Quem são os egressos

A Figura 1 apresenta o perfil dos respondentes. A maioria é do sexo masculino (63,9%) e se autodeclara parda (64,8%). Chama atenção a renda familiar: 71,6% das famílias vivem com até dois salários mínimos. Esse dado mostra que os Espaços 4.0 alcançam, sobretudo, estudantes de baixa renda do interior alagoano, o que está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4, 8 e 9 [ONU 2015].

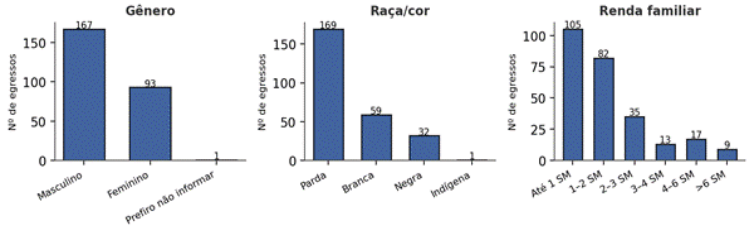


Figura 1. Perfil sociodemográfico dos egressos (gênero, raça/cor e renda familiar).

5.2. Cursos realizados

Os egressos participaram de diferentes cursos de curta duração. A Figura 2 mostra os mais procurados. Esse conjunto reflete bem o caráter "mão na massa" dos Espaços 4.0.

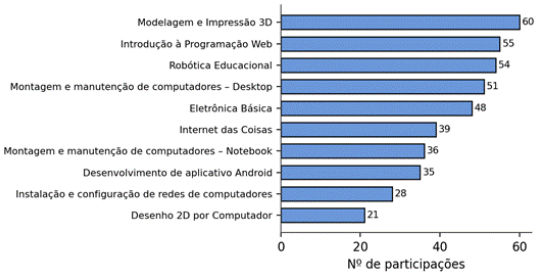


Figura 2. Cursos mais realizados pelos egressos nos Espaços 4.0.

5.3. Habilidades desenvolvidas (modelo TMI-E)

As quatro competências do modelo TMI-E foram bem avaliadas (Figura 3): todas ficaram acima do ponto médio da escala (2,5). O escore de habilidades (média das quatro competências) foi de 3,10 (desvio-padrão de 0,84). Um teste estatístico confirmou que esse valor é significativamente maior que o ponto médio ($p < 0,001$). O tamanho do efeito (d

de Cohen = 0,71) [Cohen 1988] indica um impacto de médio a grande — bem acima do efeito de 0,30 que o projeto esperava encontrar. Em outras palavras, os egressos sentem que desenvolveram, de fato, autonomia, habilidades técnicas, reflexão crítica e iniciativa.

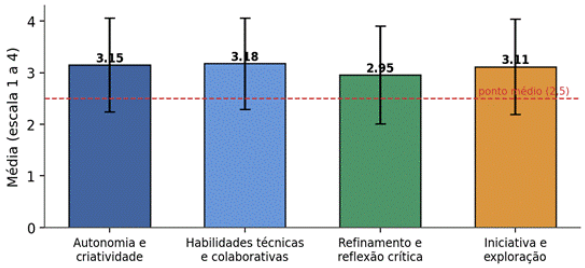


Figura 3. Médias das quatro competências do modelo TMI-E (escala 1 a 4); barras de erro = desvio-padrão.

5.4. O quanto os Espaços 4.0 influenciaram a vida dos egressos

Para medir o impacto percebido, somamos três perguntas de influência (sobre estudos, negócio próprio e trabalho), formando um escore que varia de 3 a 12 pontos. A média geral foi de 7,81. Quase três quartos dos egressos relataram influência média (44,4%) ou alta (28,5%). A Figura 4 compara esse escore entre os três perfis usando um gráfico de caixa (box plot), que mostra onde se concentram as respostas: a linha central é a mediana, a caixa reúne a metade central dos dados e o losango branco marca a média.

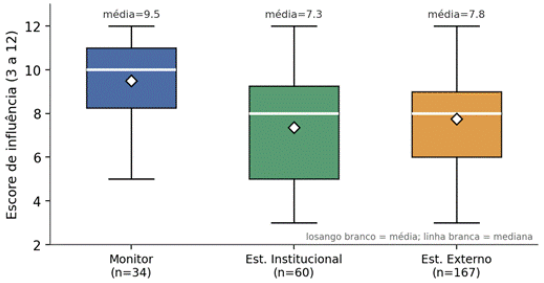


Figura 4. Box plot do escore de influência (3 a 12) por perfil de participação.

A ANOVA confirmou que existe diferença real entre os perfis (F = 5,77; p = 0,004). Os monitores apresentaram o maior impacto percebido (média 9,5), acima dos estudantes externos (7,8) e dos institucionais (7,3). Isso sugere que assumir o papel de monitor — ensinando outros colegas — intensifica a experiência maker, reforçando confiança, liderança e identificação com a área.

5.5. Estudos, trabalho ou negócio: onde o impacto é maior?

A Figura 5 detalha as respostas das três perguntas de influência. As barras à direita (em azul) representam quem concordou; as à esquerda (em vermelho), quem discordou. Fica claro que a influência sobre os estudos é a mais forte, seguida da influência no trabalho, enquanto a influência para abrir um negócio próprio é a menor.

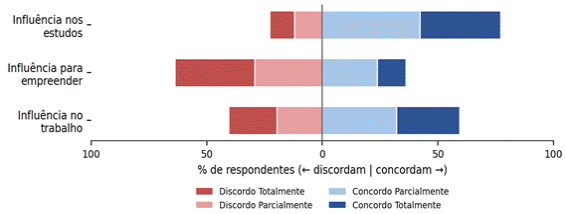


Figura 5. Distribuição das respostas sobre a influência dos Espaços 4.0 (gráfico de barras divergentes).

O teste de McNemar confirmou que essas diferenças não são acaso: a influência nos estudos é significativamente maior que a no trabalho, e ambas são maiores que a influência para empreender (todos com $p < 0{,}001$). Esse resultado faz sentido para o público da pesquisa: como muitos egressos ainda estão em formação (ensino médio e técnico), é natural que a continuidade dos estudos apareça como o efeito mais imediato, enquanto abrir um negócio é um passo que costuma vir mais tarde.

A maior influência dos Espaços 4.0 na continuidade dos estudos (Figura 5), em comparação com o ingresso imediato no mercado de trabalho, reflete um comportamento bem conhecido na Educação Profissional brasileira. Como apontam Ferreira e Raitz (2017), a transição dos egressos do ensino técnico é atravessada por trajetórias incertas, em que a decisão entre buscar emprego ou seguir estudando nem sempre é simples. Nos nossos dados, essa dinâmica fica visível quando observamos que o ganho de habilidades maker (modelo TMI-E) amplia de forma significativa as chances de o estudante continuar a formação (OR = 4,19), mas tem um efeito bem mais moderado sobre a colocação profissional na área (OR = 2,45).

Os relatos dos ex-alunos ajudam a compreender esse cenário sob dois ângulos. Por um lado, a vivência nos laboratórios fortalece a bagagem acadêmica e abre portas na graduação, como relatou o Egresso B ao mencionar a conquista de bolsas na faculdade. Por outro lado, a fragilidade nas redes de inserção profissional da região deixa uma lacuna após o fim dos projetos. A falta de pontes diretas com o setor produtivo transparece nas falas dos próprios estudantes, seja no desabafo sobre o papel da instituição — como no caso do Egresso C, que cobra um acompanhamento mais efetivo —, seja na necessidade premente de colocação relatada pelo ex-aluno.

Em consonância com o panorama traçado por Ferreira e Raitz (2017), percebe-se que, diante das incertezas do mercado local, o impacto da formação maker acaba sendo absorvido prioritariamente como impulso para a continuidade dos estudos, deixando a inserção profissional como um gargalo que ainda exige articulação institucional.

5.6. O que mais ajuda a prever os resultados

Investigamos se características pessoais (gênero, raça/cor, renda, formação, campus e turno) estavam ligadas aos desfechos. O teste qui-quadrado mostrou que, na maioria dos casos, não há associação significativa — ou seja, o impacto dos Espaços 4.0 se distribui de forma parecida entre os diferentes grupos, sem repetir desigualdades de origem. A única associação significativa foi entre o perfil e a influência no trabalho ($p = 0{,}012$).

A regressão logística (Tabela 2) revelou o achado central: o escore de habilidades é o fator que mais prevê tanto a continuidade de estudos quanto a colocação profissi-

onal. Cada ponto a mais nesse escore multiplica por cerca de 4 a chance de o egresso seguir estudando (OR = 4,19) e por cerca de 2,5 a chance de conseguir trabalho na área (OR = 2,45). Em resumo: o que mais importa não é de onde o estudante vem, mas o quanto ele desenvolveu competências durante a vivência maker.

Tabela 2. Regressão logística: razões de chances (OR) e intervalos de confiança de 95%.

Relação analisada (preditor → desfecho)	OR	IC 95%	p
Escore de habilidades → continuidade de estudos	4,19	2,68–6,54	$< 0{,}001$
Gênero feminino → continuidade de estudos	0,44	0,21–0,92	0,029
Escore de habilidades → colocação profissional	2,45	1,55–3,90	$< 0{,}001$

A Figura 6 ilustra por que isso acontece: existe uma relação forte e positiva entre o quanto o egresso desenvolveu habilidades e o quanto ele sentiu que os Espaços 4.0 influenciaram sua vida (correlação de Spearman $\rho = 0{,}60$). Quanto mais competências a pessoa percebe ter desenvolvido, maior o impacto que atribui ao programa.

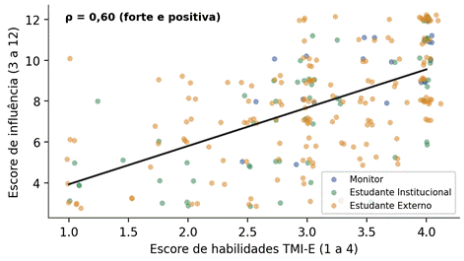


Figura 6. Relação entre o escore de habilidades (TMI-E) e o escore de influência, por perfil.

Um resultado merece atenção: na continuidade de estudos, o gênero feminino apareceu associado a uma chance menor de relatar influência (OR = 0,44). Como mostra o box plot da Figura 7, isso não se deve a uma diferença no desenvolvimento de habilidades — meninos e meninas tiveram escores praticamente iguais (3,11 e 3,09). A diferença está na influência percebida, e não na competência adquirida, o que sugere a necessidade de ações afirmativas.

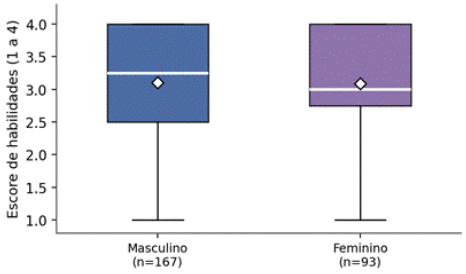


Figura 7. Box plot do escore de habilidades por gênero: distribuições praticamente equivalentes.

5.7. O que os egressos disseram (análise qualitativa)

Os relatos abertos revelaram percepções ambivalentes: junto ao reconhecimento da formação, surgiram críticas aos limites da iniciativa. Por se tratar de um projeto recente, parte

dessas falhas era esperada, e os dados qualitativos oferecem justamente esse diagnóstico. Os egressos indicaram a necessidade de qualificar a formação docente, ampliar a carga horária e aprofundar os conteúdos, aprimorando a experiência de alunos e professores.

De um lado, depoimentos destacaram o engajamento, a valorização do ambiente e o ganho de competências técnicas e transversais, inclusive por estudantes de outras áreas:

"[...] Desde o meu primeiro curso 'Desenho e Impressão 3D', como aluno, eu me apaixonei pelo ambiente e as possibilidades e sempre aproveitei e continuo aproveitando até hoje. Eu enxergo o laboratório como uma casa, um ambiente em que me sinto bem." (Egresso A, ex-monitor).

"[...] O Espaço 4.0 não teve uma grande influência em minhas experiências dado minha escolha de curso, sendo de humanas [...]. Todavia, dentro da própria graduação, consegui inserção em programas de tecnologia que me possibilitaram ganhar bolsas [...] acabei avançando em tarefas simples que estudantes que não tiveram acesso a espaços tecnológicos teriam mais dificuldades." (Egresso B, ex-aluno).

De outro lado, as críticas apontaram para a necessidade de políticas institucionais de acompanhamento e inserção profissional, mitigando o sentimento de descontinuidade após as formações. A falta de articulação com o mercado local e a busca por inserção laboral imediata transparecem na fala a seguir:

"[...] embora o IFAL juntamente com os seus subprojetos tenha um ensino ótimo [...] o geral em si é que a instituição não faz o encaminhamento destes [alunos], o que acaba por não ser proveitoso." (Egresso C, ex-aluno).

Essas exigências — questão esta que também foi abordada pelos demais alunos e monitores que realizaram a pesquisa — deixam claro que fazer o Espaço 4.0 avançar exige mais do que equipamentos modernos: pede um ajuste pedagógico nos cursos e rotas concretas que levem o aluno do laboratório direto para o mercado.

6. Considerações Finais

O estudo cumpriu seus objetivos ao traçar o perfil dos participantes do Espaço 4.0 e mensurar os impactos do programa, evidenciando sua eficácia na inclusão social de alunos de baixa renda e no engajamento de monitores com a área tecnológica. Contudo, a análise revelou lacunas institucionais importantes, como disparidades veladas de gênero e raça na permanência dos estudantes, além do sentimento de descontinuidade e da dificuldade de inserção no mercado local relatados pelos egressos após o fim do ciclo.

Entre as limitações, destaca-se a adesão reduzida de ex-alunos ao questionário, embora o baixo número de respondentes amarelos e indígenas reflita a própria demografia regional e do corpo discente, indicando também a necessidade de aprimorar a comunicação institucional pós-formação. Para pesquisas futuras, recomenda-se o acompanhamento longitudinal de estratégias de busca ativa de egressos e a criação de ações pedagógicas voltadas à retenção de mulheres e minorias, promovendo maior equidade e articulação dos laboratórios maker com o setor produtivo regional.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à instituição pelo apoio à Iniciação Científica do Ensino Médio (PIBIC-

EM), que viabilizou as atividades de pesquisa. Estendemos os agradecimentos à Direção-Geral do IFAL – Campus Maragogi pelo suporte institucional e pela cessão da infraestrutura utilizada nas reuniões de pesquisa. Por fim, expressamos nossa gratidão a todos os ex-alunos e ex-monitores que dispuseram de seu tempo para colaborar voluntariamente com este estudo.

Referências

Albuquerque, C. H. de (2025) “Espaço 4.0: contribuições para a aprendizagem dos discentes no Ambiente Maker do Instituto Federal de Alagoas”, Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Andrews, M. E., Borrego, M. and Boklage, A. (2021) “Self-efficacy and belonging: the impact of a university makerspace”, International Journal of STEM Education, v. 8, article 24. doi: 10.1186/s40594-021-00285-0.

Bandura, A. (1997) Self-efficacy: the exercise of control, W. H. Freeman, New York.

Blikstein, P. (2018) “Maker movement in education: history and prospects”, In: de Vries, M. J. (ed.), Handbook of Technology Education, Springer, Cham, p. 419–437. doi: 10.1007/978-3-319-44687-5_33.

Brasil (2012) Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, Brasília.

Brasil (2021) “Espaço 4.0 chega a 10 estados com investimento de R$ 6,9 milhões”, Governo Federal, Brasília. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2021/01/espaco-4-0-chega-a-10-estados-com-investimento-de-r-6-9-milhoes. Acesso em: 29 jun. 2026.

Carvalho, A. B. G. P. de (2024) “FAB LAB e educação no Brasil: as ações de disseminação da cultura maker na educação básica e no ensino superior”, Texto Livre, v. 17, e52809. doi: 10.1590/1983-3652.2024.52809.

Castells, M. (1999) A sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura, v. 1, Paz e Terra, São Paulo.

Cohen, J. (1988) Statistical power analysis for the behavioral sciences, 2. ed., Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.

Creswell, J. W. and Plano Clark, V. L. (2018) Designing and conducting mixed methods research, 3. ed., Sage, Thousand Oaks.

Cronbach, L. J. (1951) “Coefficient alpha and the internal structure of tests”, Psychometrika, v. 16, n. 3, p. 297–334. doi: 10.1007/BF02310555.

Ferreira, D. J. and Raitz, T. R. (2017) “Motivações e expectativas de jovens egressos do ensino técnico: continuidade ou não dos estudos configuram trajetórias incertas”, Revista Espacios, v. 38, n. 5, p. 10–24.

Hosmer, D. W. and Lemeshow, S. (2000) Applied logistic regression, 2. ed., Wiley, New York. doi: 10.1002/0471722146.

Martinez, S. L. and Stager, G. (2019) Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom, 2. ed., Constructing Modern Knowledge Press, Torrance.

McNemar, Q. (1947) “Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages”, Psychometrika, v. 12, n. 2, p. 153–157. doi: 10.1007/BF02295996.

ONU (2015) Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, Organização das Nações Unidas, Nova York.

Papert, S. (1980) Mindstorms: children, computers, and powerful ideas, Basic Books, New York.

Runco, M. A. and Jaeger, G. J. (2012) “The standard definition of creativity”, Creativity Research Journal, v. 24, n. 1, p. 92–96. doi: 10.1080/10400419.2012.650092.

Saldaña, J. (2016) The coding manual for qualitative researchers, 3. ed., Sage, Los Angeles.

Schomburg, H. (2003) Handbook for graduate tracer studies, Centre for Research on Higher Education and Work, University of Kassel, Kassel.

Schwab, K. (2016) The fourth industrial revolution, World Economic Forum, Geneva.

Soomro, S. A., Casakin, H., Nanjappan, V. and Georgiev, G. V. (2023) “Makerspaces fostering creativity: a systematic literature review”, Journal of Science Education and Technology, v. 32, p. 530–548. doi: 10.1007/s10956-023-10041-4.