

INFLUÊNCIA DA RESILIÊNCIA NA QUALIDADE DE PROJETOS DE ENGENHARIA E DESIGN: UM ESTUDO EMPÍRICO EM ESCOLAS

INFLUENCE OF THE RESILIENCE FACTOR ON THE QUALITY OF ENGINEERING AND DESIGN PROJECTS IN SCHOOLS

Lucas Torres de Jesus,¹ Marly Monteiro de Carvalho,² Eduardo de Senzi Zancul³

RESUMO

A abordagem de ensino baseado em projetos no contexto de engenharia e design tem se popularizado. O campo da gestão de projetos sinaliza a competência de resiliência como fundamental para líderes do século XXI e para equipes envolvidas em projetos complexos, mas há ainda lacunas de pesquisa nessa área. Este estudo se propôs a investigar a relação entre resiliência e qualidade de projetos de engenharia e design. A abordagem metodológica mescla estratégias de pesquisa qualitativa e quantitativa junto a alunos e professores de escolas particulares brasileiras que possuem um espaço de prototipagem para realização desse tipo de projeto. Os resultados apontam correlações positivas entre resiliência e qualidade de projeto.

Palavras-chave: Makerspaces; resiliência; Big Five; gestão de projetos; desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

The project-based approach to teaching in the context of engineering and design has become popular. The field of project management signals resilience competence as fundamental for 21st century leaders and for teams involved in complex projects, but there are still gaps in research in this area. This study then proposed to investigate the relationship between resilience and quality of engineering and design projects. The methodological approach mixes strategies of qualitative and quantitative research with students and teachers of private Brazilian schools that have a prototyping space to carry out this type of projects. The results point to positive correlations between resilience and project quality.

Keywords: Makerspaces; resilience; Big Five; project management; product development.

1 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil; lucastorres.jesus@gmail.com

2 Professora Doutora em Engenharia de Produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil; marlymc@usp.br

3 Professor Doutor em Engenharia de Produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil; ezancul@usp.br

INTRODUÇÃO

Projetos de engenharia e design ganharam grande espaço no escopo da educação básica desde o início do século XXI (WORSLEY; BLIKSTEIN, 2014), utilizando-se de espaços de prototipagem e tecnologia para criação de projetos, que fazem conexão com problemas do mundo real e contribuem para o desenvolvimento de competências criativas (*creative thinking skills*), exigindo também dos alunos capacidade de gestão de projetos e de superação de obstáculos no processo de desenvolvimento (BEVAN *et al.*, 2013).

Ao mesmo tempo, a resiliência é colocada como uma característica essencial de um líder do século XXI (LLOYD; WALKER, 2011), sendo necessária para gerentes de projetos (WANG *et al.*, 2016), em particular, em projetos complexos (THOMAS *et al.*, 2008), que envolvem mudanças (CRAWFORD, 2010).

Apesar de a literatura de desenvolvimento de novos produtos já ser bastante amadurecida e apontar fatores críticos de sucesso ligados à equipe de desenvolvimento e ao processo utilizado, existem poucas referências que ligam a qualidade de projetos de desenvolvimento ao mapeamento da competência de resiliência dos integrantes do projeto, especialmente no contexto do ensino básico.

A falta de mapeamento de competências ligadas à gestão e desenvolvimento de novos projetos, chamadas, no contexto da educação básica, também de “habilidades socioemocionais” ou “competências do século XXI”, não permite maior eficácia no desenvolvimento e avaliação de atividades de engenharia e design para a consolidação dessas competências.

Visando a preencher essa lacuna de pesquisa, este estudo busca analisar o contexto de alunos que participam de atividades de engenharia e design em suas escolas, para explorar as seguintes questões de pesquisa: QP1: Existe relação entre a competência de resiliência e a qualidade dos trabalhos de desenvolvimento de protótipos em atividades de engenharia e design em escolas? QP2: Quais características da qualidade dos projetos são mais relacionadas à competência de resiliência? QP3: Quais fatores

de resiliência afetam mais a qualidade dos projetos?

O objetivo da pesquisa é usar mecanismos de avaliação de competências, com foco na competência de resiliência, para explorar as relações desses aspectos com a qualidade de projetos de gestão e desenvolvimento de projetos conduzidos por alunos do ensino básico. Como abordagem metodológica, realizou-se uma *survey* com alunos que passaram por ao menos um ano de atividades de engenharia e design em suas escolas, em um espaço de prototipagem, e uma análise qualitativa para medir a percepção de qualidade dos projetos finais a partir dos facilitadores dessas atividades.

O presente texto é estruturado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta uma revisão da literatura pertinente ao tema; a seção 3 apresenta a abordagem metodológica utilizada; a seção 4 apresenta os resultados das *surveys* e análise dos dados levantados; a seção 5 apresenta a discussão dos resultados obtidos; e, por fim, a seção 6 apresenta uma conclusão e as contribuições desta pesquisa.

REVISÃO DE LITERATURA

Ensino baseado em projetos: Makerspaces e FabLabs

Segundo Blikstein (2013), os laboratórios chamados de Makerspaces e FabLabs, a partir dos anos 2000, ganharam uma alta popularidade também nas escolas do ensino básico, sendo uma aproximação desse campo de educação aos conceitos de engenharia e design. Indo além dos tradicionais laboratórios de ciências, esses espaços têm habilitado uma “democratização da invenção”, incentivando uma introdução ao desenvolvimento de produtos e projetos ao mesclar disciplinas tradicionais do ensino fundamental e médio com conceitos STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Usando recursos como eletrônica, programação, ferramentas manuais e máquinas de fabricação digital, Resnick (2007) identifica um processo iterativo de construção de projetos, a partir de ciclos entre as fases de “Imaginar, Planejar, Construir e Refinar”, lembrando ciclos iterativos de prototipagem de projetos de inova-

ção. Ainda sobre abordagem metodológica de desenvolvimento de projetos STEM em sala de aula, Bevan *et al.* (2013) analisam o processo de aprendizagem a partir de diversos ciclos de superação de obstáculos no desenvolvimento, entendendo a necessidade de capacidade de resolução de problemas para o desenvolvimento de “*Creative Thinking Skills*”. Por fim, Worsley e Blikstein (2014) assinalam que essas atividades são prioritariamente *open-ended*, trazendo temas e desafios para o aluno explorar e encontrar caminhos de resolução, e encontram forte apelo no ensino básico, ao trazer para a escola a possibilidade de os alunos explorarem problemas do mundo real como situações de aprendizagem.

Atividades de engenharia e design em escolas são muito similares a atividades de gestão de projetos e desenvolvimento de produtos na engenharia, campo em que a literatura de medição e desenvolvimento de competências é bem madura.

Resiliência

Dentre as competências para gestão e desenvolvimento de projetos, Crawford (2010) aponta a resiliência como uma das características fundamentais dos agentes que promovem mudanças bem-sucedidas nas organizações, juntamente com a experiência, senso de superação e autoeficácia. Thomas *et al.* (2008) consideram que gerentes de projetos complexos necessariamente precisam dessa aptidão, enquanto Lloyd e Walker (2011) e Wang *et al.* (2016) colocam a resiliência como uma característica essencial de um líder do século XXI.

A temática de resiliência, dentro do escopo de gestão de projetos, é mais comum na abordagem de gestão de crises em projetos multiorçamentários. Para Thomé *et al.* (2015), gestão de crises e resiliência são temas ligados à imprevisibilidade de eventos e à capacidade da equipe de gestão em contornar dificuldades.

Ahern (2011) aponta que a resiliência representa a capacidade de se adaptar a mudanças sem precedentes e inesperadas, o que é bem próximo do entendimento de Bhamra *et al.* (2011), que definem resiliência como “a capacidade e habilidade de um item retornar a um estado de equilíbrio após ter sofrido uma perturbação”. Dentro do contexto de gestão de crises, Geraldini *et al.* (2010) ressaltam que um

grupo ou organização encontra-se em uma crise quando o mesmo se encontra perante uma situação na qual é incapaz de lidar com a ela por meio das abordagens conhecidas e/ou rotineiras, dependendo de três pilares para superação desses novos desafios encontrados: nível intelectual de competência dos indivíduos, bom relacionamento interpessoal dos grupos e estrutura responsiva e funcional.

Loosemore (1998) também entende a necessidade de diferentes habilidades interpessoais para lidar em ambientes de mudança e pressão psicológica, sistematizando a reação perante adversidades e crises em quatro estágios: choque, defensiva à ameaça, reconhecimento, adaptação e mudança.

Reivich e Shatte (2002) entendem a competência da resiliência de forma um pouco mais ampla, como um conjunto dos fatores de administração das emoções, controle dos impulsos, otimismo com a vida, análise do ambiente, empatia, autoeficácia e alcançar pessoas, propondo um questionário com 56 perguntas de avaliação individual do nível de desenvolvimento de cada um desses oito fatores de resiliência em cada indivíduo, com o objetivo de mapear competências e recomendar atividades de desenvolvimento pessoal. Barbosa (2006) fez a validação do questionário para o português.

A competência de resiliência, como definida por Reivich e Shatte (2002), se relaciona muito bem com o modelo proposto por Goldberg (1990) do “Big Five”, referenciado em John e Srivastava (1999), propondo cinco grandes competências para mapear o desenvolvimento de habilidades socioemocionais: abertura a novas experiências, consciência, extroversão, amabilidade e estabilidade emocional. A análise comparativa levou ao seguinte agrupamento dos fatores: amabilidade (GOLDBERG 1990), empatia e análise do ambiente (REIVICH; SHATTE 2002) foram agrupados. Os fatores consciência (GOLDBERG, 1990) e autoeficácia (REIVICH; SHATTE 2002) também foram agrupados. Os fatores extroversão (GOLDBERG, 1990), alcançar pessoas e otimismo (REIVICH; SHATTE 2002) foram agrupados. Finalmente, os fatores estabilidade emocional (GOLDBERG, 1990), administração das emoções e controle dos impulsos (REIVICH; SHATTE 2002) foram também agrupados.

Qualidade em projetos

Do ponto de vista de avaliação da qualidade dos trabalhos de engenharia e design realizados em escolas, a literatura de desenvolvimento de produtos fornece valiosos insumos para este estudo.

Bhuiyan (2011) analisa os principais FCS (Fatores Críticos de Sucesso) em diferentes fases do desenvolvimento de produto: Estratégia do novo produto, Geração de ideias, Elaboração de um *Business Case*, Desenvolvimento e testes; enquanto Cooper e Kleinschmidt (1995) listam nove FCS e Van Wulfen (2013) se preocupa em levantar as principais perguntas para o time de desenvolvimento manter em mente.

Do ponto de vista do desenvolvimento de novos produtos em novas empresas de tecnologia, Kakati (2002) ainda coloca um foco no envolvimento do time no negócio e um diferencial claro frente a outras possibilidades já existentes. Brown (2008) enfatiza a necessidade de um profundo entendimento do usuário final, um processo de divergência para geração de possibilidades e novas ideias, além de um processo interativo de desenvolvimento, testes e coleta de *feedbacks* rapidamente. Como síntese, o Quadro 1 sumariza a discussão dos critérios de qualidade em projetos:

Quadro 1 – Critérios de Qualidade (FCS).

Critérios de Qualidade (FCS)	Descrição
1. Foco no Usuário Final Bhuiyan (2011); Van Wulfen (2013); Brown (2008)	Habilidade do grupo em identificar reais necessidades de seu usuário final e considerá-lo constantemente durante o processo de desenvolvimento.
2. Diferenciação Estratégica Bhuiyan (2011); Cooper e Kleinschmidt (1995); Van Wulfen (2013); Kakati (2002); Brown (2008)	Capacidade de mapear as soluções existentes e, a partir da geração de várias ideias e possibilidades, criar um diferencial estratégico.
3. Potencial Financeiro Van Wulfen (2013); Brown (2008)	Capacidade do produto em ser viável economicamente, a partir de um entendimento de seu modelo de negócios.

4. Comunicação Clara Bhuiyan (2011); Cooper e Kleinschmidt (1995); Van Wulfen (2013)	Avaliação de o quão bem o grupo conseguiu comunicar e tangibilizar o conceito do produto desenvolvido.
5. Viabilidade Técnica Bhuiyan (2011); Van Wulfen (2013); Brown (2008)	Capacidade do grupo em usar conhecimentos técnicos para viabilizar tecnicamente o conceito ao longo da fase de desenvolvimento.
6. Processo Bem Estruturado Bhuiyan (2011); Cooper e Kleinschmidt (1995)	Capacidade do grupo em se autoorganizar, em termos de demandas, prazos e responsabilidades para cumprir seu objetivo.
7. Motivação e Empenho Cooper e Kleinschmidt (1995); Kakati (2002)	Capacidade do grupo em superar dificuldades e se automotivar ao longo do projeto.

Fonte: elaboração dos autores.

MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo se propôs a explorar a relação entre resiliência e a qualidade dos projetos de engenharia e design. Adotou-se estratégias de pesquisa quali-quantitativa para analisar as proposições de pesquisa, em que se mesclou uma *survey* com alunos de ensino fundamental envolvidos em projetos de design para levantamento das competências em resiliência e uma análise qualitativa da dinâmica de 14 grupos de projetos, com análise da qualidade final dos projetos por painel de especialistas (professores), com o objetivo de comparar a qualidade do processo e o resultado final de cada grupo, em diferentes aspectos, com o resultado da medição das competências de cada indivíduo no grupo.

Processo de amostragem

Segundo a teoria de estudos de caso de Eisenhardt (1989), optou-se por adotar amostragem teórica de múltiplos estudos de caso para testar a proposição de influência entre as competências medidas e qualidade observada nos grupos de trabalho, contanto que esses estivessem a pelo menos um ano de trabalho

em ambientes de engenharia e design e que, ao mesmo tempo, tivessem mentores capazes de analisar a qualidade do processo e produto final dos grupos.

Quadro 2 – Relação dos grupos e respectivos projetos.

Grupo	Projeto
1	Um <i>snowboard</i> que utiliza eletroímãs para facilitar o acoplamento dos pés à prancha.
2	Uma bicicleta feita de bambu e equipada com um gerador de energia para luzes de sinalização.
3	Construção de um drone com impressão 3D e montagem dos motores envolvidos no sistema.
4	Um pequeno robô autônomo com garra para pegar objetos em casa de forma remota.
5	Uma fechadura de porta automática controlada pelo celular, via bluetooth.
6	Experimentações de métodos para fazer uma placa flutuar e ser usada como veículo de transporte.
7	Utilitário com diferentes objetos cortantes para kits de sobrevivência.
8	Um exoesqueleto que contribui para o movimento dos braços em caso de acidentes ou debilidades físicas.
9	Protótipo de drone com peças modeladas e impressas em 3D para customização.
10	Luva magnética para facilitar a coleta de metal em cooperativas de reciclagem.
11	Dispositivo baseado em um <i>crossbow</i> que dispara um gancho, dando suporte em trilhas e aventuras.
12	Estudo e proposição de diversos mecanismos de acionamento hidráulico para objetos do dia a dia.
13	Tomada que liga e desliga a partir de um aplicativo de celular.
14	Sistema de automatização de entrega de cartas dentro de um condomínio residencial.

Fonte: elaborado pelos autores.

Com base nesses critérios, optou-se por conduzir a amostragem em Makerspaces escolares, em que foram escolhidos 14 grupos diferentes de alunos, que trabalharam juntos ao longo do projeto todo, sendo grupos de 1 a 4 integrantes, entre 13 e 16 anos. Todos os grupos estavam envolvidos no desenvolvimento de diferentes projetos, realizados pelos alunos ao

longo de dois a três meses de trabalho e com o objetivo de desenvolver um protótipo de um novo produto que fizesse sentido dentro do contexto de uma nova empresa de tecnologia (ver Quadro 2).

Para compreender as características de resiliência dessa amostra, foi conduzido uma *survey* com os alunos dos 14 grupos, 27 alunos responderam o Questionário de Resiliência, divididos em 7 diferentes turmas e 14 diferentes grupos de trabalho. Do total de alunos, 23 alunos eram meninos e apenas 4 eram meninas.

Os alunos são de escolas particulares brasileiras e os projetos de engenharia e design nos makerspaces escolares foram realizados de forma optativa, no contraturno de suas atividades.

Para análise da qualidade dos projetos, formou-se um painel de especialistas com quatro professores que conduziram os projetos em sete diferentes turmas de alunos, sendo dois com graduação em Design e dois com graduação e pós-graduação em Engenharia Mecatrônica, com idades entre 22 e 28 anos.

Instrumento de pesquisa

O instrumento de pesquisa para análise de resiliência foi adaptado do Questionário de Resiliência elaborado por Reivich e Shatte (2002), conforme traduzido para o português e validado por Barbosa (2006). O questionário possui 56 questões apresentadas em formato de Escala Likert de 4 pontos, sendo 8 questões para cada um dos 7 fatores que compõem o índice de resiliência. O resultado de resiliência é compilado por grupo de alunos, fazendo-se a mediana de notas de cada uma das respostas das 56 perguntas, dada a característica não paramétrica da escala adotada, resultando em uma avaliação geral e por fator constituinte.

Para a nota geral, a escala de medição de cada grupo, de 56-224 pontos, foi normalizada em uma escala de 1-100. Para avaliação dos fatores constituintes de resiliência, foi adotada a relação com a Teoria Big Five, como indicada na seção 2, a título de maior clareza e entendimento dos resultados. Dessa forma, os sete fatores constituintes da competência de resiliência foram agrupados em quatro grandes competências para serem avaliadas: 1) amabili-

dade: fatores de empatia e análise do ambiente; 2) consciência: fator de autoeficácia; 3) extroversão: fatores de alcançar pessoas e otimismo; e 4) estabilidade emocional: fatores de administração das emoções e controle dos impulsos. Cada uma das quatro competências são avaliadas por grupo e em uma escala normalizada também de 1-200.

O instrumento de pesquisa para a avaliação de qualidade dos projetos pautou-se na revisão da literatura sumarizada no Quadro 1, “Critérios de Qualidade”. Para os Critérios de Qualidade (ver Quadro 1), foram desenhadas doze perguntas, da seguinte forma: foco no usuário final: perguntas (1) e (7); diferencial estratégico: perguntas (2) e (9); potencial financeiro: pergunta (5); comunicação clara: pergunta (3); viabilidade técnica: perguntas (4) e (11); processo bem estruturado: perguntas (6) e (8); motivação e empenho: perguntas (10) e (12). As perguntas formuladas tinham como objetivo auxiliar o painel de especialistas na avaliação de cada um dos quatorze grupos de alunos em cada um dos Critérios de Qualidade enumerados. O questionário foi aplicado com quatro diferentes facilitadores que conduziram os projetos nas sete diferentes turmas de alunos, e baseado em escala Likert de 5 pontos, com as respostas indo de “nada satisfatório” a “completamente satisfatório”. O resultado se deu em forma de pontuação para cada grupo de alunos, em uma escala normalizada de 1-100 para cada critério.

Análise dos dados

Os resultados foram medidos em termos de correlação entre medidas, indicando o quanto um fator influencia na construção de outro fator. O estudo se propôs a fazer uma série de análises de correlações entre as medições de resiliência e da qualidade dos projetos, apresentadas na seção 4, “Resultados”. Para todas as análises, o método utilizado foi a correlação linear de Pearson, onde (x) e (y) são as duas variáveis estudadas e (r) é o resultado da correlação entre elas, variando entre $r=-1$ e $r=1$, usando-se, para este estudo, o seguinte critério:

- Para o intervalo entre $r=-0,3$ e $r=0,3$: Correlação fraca demais, portanto, declarada inexistente.
- Para o intervalo entre $r=-0,3$ a $r=-0,5$ ou $r=0,3$ a $r=0,5$: Correlação existente e fraca, positiva ou negativa.
- Para o intervalo entre $r=-0,5$ a $r=-0,7$ ou $r=0,5$ a $r=0,7$: Correlação existente e forte, positiva ou negativa.
- Para o intervalo entre $r=-0,7$ a $r=-1$ ou $r=0,7$ a $r=1$: Correlação existente e muito forte, positiva ou negativa.

Dessa forma, a próxima seção trata dos resultados obtidos a partir da amostra e metodologia adotados.

RESULTADOS

Características de resiliência da amostra

Na Tabela 1, está a síntese do resultado de resiliência de cada um dos grupos na avaliação do índice geral de resiliência, seguida de descrição estatística dos dados obtidos:

Tabela 1 – Avaliação do índice de resiliência geral de todos os grupos.

Resiliência – Grupos (0-200)													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
164	129	157	138	134	128	133	135	134	137	125	155	154	143

Fonte: elaborada pelos autores.

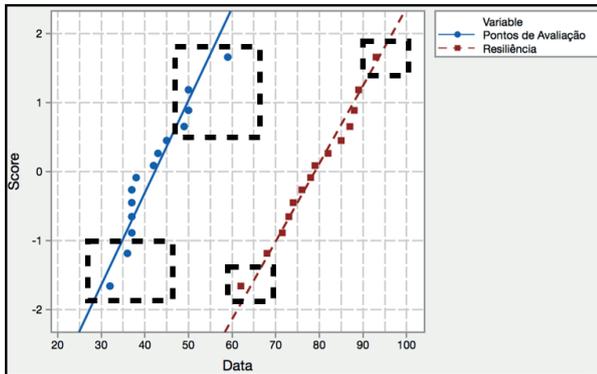
Na amostra, o índice de resiliência, que vai de 0 a 200, tem média de 140,3, mediana em 136 com medição mínima em 124 e máxima em 164, resultando em um desvio padrão de 12,32.

Relação resiliência e qualidade de projeto

A primeira análise foi a validação dos resultados, visando a minimizar os efeitos limitadores dos instrumentos escolhidos. Visualizando as respostas dos dois questionários em uma distribuição normal dos resultados, buscamos entender se os resultados nos extremos são

realmente válidos ou se são ruídos nos dados (Figura 1).

Figura 1 – Distribuição normal dos dados para avaliação da Qualidade Geral e Resiliência Geral.



Fonte: elaborada pelos autores.

Analisando a distribuição dos respondentes do Questionário de Resiliência, vemos dois extremos, com pontuação de 83/100 e 55/100, ambos com grupos em que houve apenas um aluno respondendo o questionário. Ambos os alunos passaram por uma consulta qualitativa com os facilitadores responsáveis para checar se o resultado condizia com o comportamento dos alunos, evitando eventuais respostas desinteressadas por parte destes. Nessa análise, o resultado extremo acima foi desconsiderado.

Quanto à avaliação de Qualidade de Projetos, quatro resultados ficaram muito acima e dois muito abaixo. Como as respostas foram feitas por quatro facilitadores distintos, sem critérios alinhados previamente, três das respostas muito acima são de um mesmo facilitador, sem que sua turma se destacasse mais que as outras, em uma análise qualitativa. Já os resultados muito abaixo são de facilitadores diferentes e fazem sentido na análise qualitativa. Portanto, apenas os muito acima foram desconsiderados da amostra.

Quando comparamos o Índice Geral de Resiliência e o Índice Geral de Qualidade dos Projetos, formados pela soma dos fatores de resiliência ou critérios de qualidade, encontramos uma **correlação positiva e classificada como forte**, como aponta a Tabela 2.

Tabela 2 – Correlação entre índices gerais.

Grupo	Índice de Resiliência (0-200)	Índice de Qualidade (0-100)	Índice de Correlação (-1 a 1)
1	157,75	75,00	r = 0,61
2	128,44	53,33	
3	133,61	61,67	
4	135,33	71,67	
5	134,47	63,33	
6	137,49	61,67	
7	155,16	70,00	
8	154,30	61,67	
9	143,09	61,67	

Fonte: elaborada pelos autores.

Para melhor interpretação das competências ligadas à resiliência, como explicado na seção 3, a Tabela 3 apresenta uma descrição mais detalhada de cada um dos itens, segundo John e Srivastava (1999):

- 1) Consciência:** inclinação a ser organizado, esforçado e responsável. O indivíduo consciente é caracterizado como eficiente, organizado, autônomo, disciplinado, não impulsivo e orientado para seus objetivos (batalhador).
- 2) Extroversão:** orientação de interesses e energia em direção ao mundo externo e pessoas e coisas (em vez do mundo interno da experiência subjetiva). O indivíduo extrovertido é caracterizado como amigável, sociável, autoconfiante, energético, aventureiro e entusiasmado.
- 3) Amabilidade:** tendência a agir de modo cooperativo e não egoísta. O indivíduo amável ou cooperativo se caracteriza como tolerante, altruísta, modesto, simpático, não teimoso e objetivo (direto quando se dirige a alguém).
- 4) Estabilidade Emocional:** previsibilidade e consistência de reações emocionais, sem mudanças bruscas de humor. Em sua carga inversa, o indivíduo emocionalmente instável é caracterizado como preocupado, irritado, introspectivo, impulsivo, e não autoconfiante.

Tabela 3 – Correlação entre Índice Geral de Qualidade e Competências da Resiliência.

Grupo	Amabilidade (0-100)	Consciência (0-100)	Extroversão (0-100)	Estabilidade Emocional (0-100)	Índice de Qualidade (0-100)
1	84,24	90,63	78,00	78,00	75,00
2	63,96	68,75	70,20	63,96	53,33
3	70,20	78,13	68,64	63,96	61,67
4	68,64	82,81	69,42	65,52	71,67
5	68,64	62,50	74,88	68,64	63,33
6	66,30	71,88	70,20	76,44	61,67
7	79,56	93,75	78,00	76,44	70,00
8	84,24	81,25	78,00	76,44	61,67
9	73,32	78,13	73,32	73,32	61,67
Correlação	r=0,55	r=0,72	r=0,43	r=0,41	-

Fonte: elaborada pelos autores.

A medição de Qualidade dos Projetos indicou uma correlação positiva para todas as competências ligadas à resiliência, apresentando uma relação **fraca** em Extroversão e Estabilidade Emocional; **forte** em Amabilidade e **muito forte** para Consciência.

Já que existe uma correlação positiva entre os índices gerais de resiliência e qualidade dos projetos, a Tabela 4 explora também as correlação entre o Índice Geral de Resiliência e os Critérios de Qualidade que formam o Índice de Qualidade dos Projetos, buscando quais são os critérios que impactam mais diretamente a medida geral de resiliência.

Os resultados apontam para uma correlação positiva apenas em dois critérios de Qualidade: “Motivação e Empenho” com uma correlação **forte**, e “Comunicação Clara” com

uma correlação **muito forte**, com a medição do Índice Geral de Resiliência.

A partir das correlações positivas entre índices gerais e entre índices gerais e critérios de medição de cada uma das duas variáveis, a análise mais detalhada que a *survey* pode nos oferecer é a correlação entre cada um dos fatores constituintes dos dois índices gerais: Competências de Resiliência e Critérios de Qualidade de Projeto.

Tabela 4 – Correlação entre Índice Geral de Resiliência com Critérios de Qualidade.

Grupo	Foco no Usuário	Diferencial Estratégico	Potencial Financeiro	Comunicação Clara	Viabilidade de Técnica	Processo Bem Estruturado	Motivação e Empenho	Índice Geral de Resiliência (0-200)
1	7	8	4	5	5	7	9	157,75
2	3	8	2	2	7	4	6	128,44
3	5	6	2	2	8	7	7	133,61
4	8	7	2	3	8	8	7	135,33
5	6	4	3	4	7	6	8	134,47
6	7	5	4	3	6	7	5	137,49
7	6	6	1	5	8	7	9	155,16
8	5	7	1	3	8	4	9	154,30
9	7	5	2	4	7	7	5	143,09
Correlação	r=0,27	r=0,23	r=-0,11	r=0,74	r=-0,18	r=0,05	r=0,66	-

Fonte: elaborada pelos autores.

Os resultados nos apontam uma complexidade de dados interessante para serem explorados e interpretados, como se verá na seção 5. A Tabela 5 indica as análises de correlação realizadas.

Tabela 5 – Correlação entre Critérios de Qualidade e Competências de Resiliência.

	Amabilidade	Consciência	Extroversão	Estabilidade Emocional
Foco no Usuário Final	r=0,16	r=0,34	r=0,07	r=0,38
Diferencial Estratégico	r=0,3	r=0,45	r=0,08	r=-0,06
Potencial Financeiro	r=-0,2	r=-0,26	r=-0,14	r=0,2
Comunicação Clara	r=0,61	r=0,53	r=0,78	r=0,7
Viabilidade Técnica	r=-0,08	r=0,05	r=-0,17	r=-0,43
Processo Bem Estruturado	r=-0,06	r=0,37	r=-0,22	r=0,06
Motivação e Empenho	r=0,75	r=0,52	r=0,75	r=0,31

Fonte: elaborada pelos autores.

Segundo os dados levantados, a competência “**Amabilidade**” tem correlação positiva **fraca** com o critério “Diferencial Estratégico”, correlação **forte** com “Comunicação Clara”, e positiva **muito forte** com “Motivação e Empenho”.

A competência “**Consciência**” tem correlação positiva **fraca** com os critérios de “Foco no Usuário Final”, “Diferencial Estratégico” e “Processo Bem Estruturado”; e correlação positiva **forte** com os critérios de “Comunicação Clara” e “Motivação e Empenho”.

A competência “**Extroversão**” tem correlação positiva **muito forte** com os critérios de “Comunicação Clara” e “Motivação e Empenho”. Por sua vez, a competência “**Estabilidade Emocional**” tem correlação **negativa fraca** com o critério “Viabilidade Técnica”; correlação positiva **fraca** com os critérios de “Foco no Usuário Final” e “Motivação e Empenho” e correlação positiva **muito forte** com “Comunicação Clara”.

DISCUSSÃO

Apesar das limitações nos mecanismos de avaliação e características da amostra desta pesquisa, os dados sugerem conclusões interessantes, sobretudo nas análises mais macro. Isso porque, quanto mais detalhamento na análise, como na correlação entre cada um dos Critérios de Qualidade com cada uma das Competências de Resiliência, mais sujeito a erro os resultados estão e mais sujeitos à intersecção de medição – por exemplo, Barbosa (2006) aponta que algumas perguntas do Questionário de Resiliência estão associadas a mais de um fator, assim como as perguntas de Qualidade de Projetos podem estar ligadas a mais de um Critério. Por isso, as análises serão conduzidas prioritariamente nos níveis mais macro, com suporte na análise detalhada da Tabela 3.

Competências ligadas à resiliência influenciam na Qualidade de Projetos de engenharia e design

Explorando a QP1 (Questão de Pesquisa) deste estudo, sobre a relação entre resiliência e qualidade de projetos, a correlação entre os índices gerais de resiliência entre seus fatores constituintes apontam uma correlação positiva entre as duas variáveis. Na análise entre os índices gerais, a correlação é positiva forte (r=0,61).

Esse dado comprova a crença das literaturas levantadas de que a competência de resiliência é fundamental para os “líderes do século XXI” (LLOYD; WALKER, 2011 e WANG *et al.*, 2016), para agentes que promovem mudanças bem-sucedidas nas organizações (CRAWFORD, 2010) ou para pessoas que enfrentarão projetos com alta complexidade (THOMAS

et al., 2008), na medida em que esse grupo de pessoas consegue se articular, a partir de suas competências socioemocionais, para garantir maior qualidade em suas iniciativas pessoais e profissionais.

Como um dos objetivos de atividades de engenharia e design em escolas é justamente contribuir para a formação de novos líderes que consigam se articular em um ambiente de inovação e constante evolução, a correlação entre o desempenho de suas atividades e a competência de resiliência aponta para a necessidade também de acompanhar os alunos ao longo do seu processo de autodesenvolvimento nas competências medidas neste estudo. Nesse sentido, é interessante desenvolver e refinar mecanismos de avaliação que possam ser constantemente utilizados no contexto escolar como parte de um processo de diagnóstico e elaboração de planos individuais de desenvolvimento pessoal.

Comportamento Autônomo e Colaborativo como motor de projetos de engenharia e design

Quando observamos a correlação entre as competências que formam a variável Resiliência com o Índice Geral de Qualidade dos Projetos, vemos que, embora todas tenham correlação positiva significativa, os itens de maior influência são as competências de “Consciência” e “Amabilidade”, com intensidade muito forte e forte, respectivamente.

Nesse sentido, podemos entender que a inclinação a ser organizado, esforçado e responsável, de forma autônoma, é a principal competência motora de bons projetos, mas somente quando em conjunto com uma também forte capacidade de agir de modo cooperativo e não egoísta, conseguindo se articular em coletivo para um objetivo comum.

Essa percepção ajuda a eliminar o mito de um inventor ou realizador de projetos “isolado”, que consegue por si só, em sua garagem, criar e causar impacto com suas criações. Ao contrário, a figura desse “líder do século XXI” está mais próxima de um comportamento “tolerante, altruísta, modesto, simpático e não tei-

moso”, que consegue mobilizar e lidar em um ambiente coletivo.

A Necessidade de Processos e Ferramentas de Desenvolvimento de Projetos em atividades de engenharia e design em escolas

Respondendo à QP2, sobre quais critérios de qualidade seriam mais impactados pela competência de resiliência, quando observamos a correlação entre os Critérios de Qualidade de Projetos com o Índice Geral de Resiliência, apenas dois critérios se sobressaem, ambos com uma correlação positiva muito forte: “Comunicação Clara” ($r=0,74$) e “Motivação e Empenho” ($r=0,66$).

Ou seja, os grupos melhor avaliados nas competências socioemocionais deste estudo conseguiram garantir uma qualidade bem superior nos critérios da “capacidade do grupo em superar dificuldades e se automotivar ao longo do projeto” e “conseguir comunicar e tangibilizar o conceito do produto desenvolvido” para seu público-alvo.

O segundo critério, “Motivação e Empenho”, faz relação direta com as definições de Ahern (2011) e Bhamra *et al.* (2011), que definem resiliência como a capacidade de se adaptar a situações inesperadas e retornar ao seu “estado de equilíbrio após ter sofrido uma perturbação”.

Analisando esses dois critérios em relação aos outros cinco que compõem a variável Qualidade de Projetos, construídos a partir da literatura de desenvolvimento de produtos, podemos assumir que existem dois grandes fatores que contribuem para o desenvolvimento de projetos com alta qualidade: competências internas e domínio de processos e ferramentas de desenvolvimento de projetos.

Nesse sentido, podemos inferir que, enquanto as competências ligadas à resiliência contribuem para que os grupos sejam automotivados e tenham bom relacionamento/comunicação interpessoal, os grupos também precisam se aprofundar em conhecimentos específicos e ferramentas para garantir seu desempenho nos critérios de “Diferencial Estratégico”, “Foco no Usuário Final”, “Potencial Financeiro”, “Viabi-

lidade Técnica” e “Processo Bem Estruturado”, que seriam também sensíveis à exposição dos grupos a esses conceitos em si, e não somente às competências socioemocionais de seus indivíduos.

Quando analisamos as relações entre os Critérios de Qualidade com as Competências de Resiliência, podemos encontrar algumas correlações positivas significantes nesses critérios supostamente bastante sensíveis à exposição de processos e ferramentas de desenvolvimento de projetos. Por exemplo, embora os grupos analisados não tenham sido expostos a ferramentas de estruturação do processo de desenvolvimento, os dados apontam uma correlação positiva fraca entre o Critério “Processo Bem Estruturado” e a competência de “Consciência” ($r=0,37$), característica de um indivíduo “eficiente, organizado, autônomo e disciplinado”.

Esse dado sugere, então, que as competências ligadas à resiliência influenciam de alguma forma os demais critérios de Qualidade, mas que a exposição a processos e ferramentas de desenvolvimento de projetos pode ajudar a influenciar a performance dos grupos.

Novamente, como um dos objetivos de atividades de engenharia e design nas escolas é contribuir para a formação de idealizadores e realizadores de projetos em um contexto de inovação, esta análise também sugere a importância de também se introduzir conceitos e ferramentas de desenvolvimento de projetos ao longo de tais atividades.

De qualquer forma, mais estudos podem ser conduzidos para entender melhor a relação sugerida neste item.

CONCLUSÕES

Este artigo aprofunda as relações entre competências socioemocionais e atividades de engenharia e design dentro de makerspaces escolares, mais especificamente analisando as relações entre a competência de resiliência e a qualidade de projetos realizados por alunos, a partir da perspectiva da gestão de projetos e desenvolvimento de produtos.

Os resultados desta pesquisa contribuem para a literatura de três formas. Primeiro, apresenta evidências a partir de uma abordagem

quali-quantitativa da influência entre resiliência e qualidade dos projetos. Segundo, identifica um perfil de liderança colaborativo e autônomo, que pode ser melhor explorado com os alunos. Terceiro, promove um melhor entendimento da necessidade de se trabalhar de forma mais concreta ferramentas e processos de criação e gestão de projetos dentro dos makerspaces escolares.

O estudo também traz implicações para a prática, pois traz insumos para a criação ou aperfeiçoamento de mecanismos de avaliação e acompanhamento do desenvolvimento de alunos ao longo das atividades de projeto, além de enfatizar e amplificar a reflexão sobre habilidades socioemocionais dentro do contexto escolar.

Por fim, este estudo mediu a consequência de um conjunto de competências já formadas em um grupo de alunos, no resultado de seus projetos, dentro de um espaço de criação de protótipos. Pesquisas futuras podem complementar a literatura no processo inverso – entendendo como atividades de engenharia e design influenciam no desenvolvimento de competências ao longo do processo de educação de alunos do ensino básico.

O estudo traz uma limitação intrínseca aos instrumentos de medição escolhidos, principalmente pelo Questionário de Resiliência ter sido validado com utilização em adultos em sua versão em língua portuguesa, e por, ainda, estar em construção/refinamento; e pelo Questionário de Qualidade não ter sido validado em estudos prévios. Também por limitações intrínsecas do método de avaliação, por questionários, aspectos práticos e subjetivos de avaliação podem ter sido perdidos. Muitos outros fatores podem influenciar a qualidade dos projetos, além do nível de competências dos alunos, como o próprio engajamento desses no curso optativo, a dinâmica estabelecida entre os participantes de cada grupo, a qualidade da condução das aulas com diferentes facilitadores ou até mesmo a disponibilidade de recursos em cada uma das escolas.

REFERÊNCIAS

- AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 341-343, 2011.
- BARBOSA, G. **Resiliência em professores do Ensino Fundamental de 5ª a 8ª série: validação e aplicação do “Questionário do Índice de Resiliência: Adultos Reivich-Shatte/Barbosa”**. 2006. 331f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2006.
- BHAMRA, R.; DANI, S.; BUNARD, K. Resilience: the concept, a literature review and future directions. **Int. J. Prod. Res.** v. 49, n. 18, p. 5375-5393, 2011.
- BHUIYAN, N. A framework for successful new product development. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 4, p. 746-770, 2011.
- BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and “Making” in Education: the democratization of invention. In WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (Eds.), **FabLabs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.
- BROWN, T. Design Thinking. **Harvard Business Review**, p. 84-96, June 2008:
- COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. Benchmarking the Firm’s Critical Success Factors in New Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, n. 12, p. 374-391, 1995.
- CRAWFORD, L.; NAHMIA, A. H. Competencies for managing change. **Int. J. Project Manag.** n. 28, p. 405-412, 2010.
- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case-Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, Oct., 1989.
- GERALDI, J. G.; LEE-KELLEY, L.; KUTSCH, E. The Titanic sunk, so what? Project manager response to unexpected events. **International Journal of Project Management**, v. 28, 6, 547-558, 2010.
- GOLDBERG, L. R. An alternative “description of personality”: The Big-Five factor structure. **Journal of Personality and Social Psychology**, n. 59, p. 1216-1229, 1990.
- JOHN, O. P.; SRIVASTAVA, S. The Big-Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. In: PERVIN, L. A.; JOHN, O. P. (Eds.), **Handbook of personality: Theory and research**. Vol. 2. New York: Guilford Press, 1999. p. 102-138.
- KAKATI, M. Success criteria in high-tech new ventures. **Technovation**, v. 23, n. 5, p. 447-457, 2002.
- LLOYD-WALKER, B. M.; WALKER, D. Authentic leadership for 21st century project delivery. **Int. J. Project Manag.** n. 29, p. 383-395, 2011.
- LOOSEMORE, M. The three ironies of crisis management in construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 16, n. 3, p. 139-144, 1998.
- PETRICH, M.; WILKINSON, K.; BEVAN, B. It looks like fun but are they learning? In: HONEY, M.; KANTER, D. E. (Eds.). **Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators**. Routledge, 2013.
- REIVICH K, S. A. **The Resilience Factor**. 7 Essential Skills for Overcoming Life’s Inevitable Obstacles. New York – USA: Broadway Books – Random House, 2002.
- RESNICK, M. **All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten**. Proceedings of the 6th ACM SIGCHI CONFERENCE ON CREATIVITY & COGNITION, p 1-6, 2007.
- THOMAS, J.; MENGEL, T. Preparing project managers to deal with complexity – Advanced project management education. **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 3, p. 304-315, 2008.
- THOME, A. M. T. *et al.* Similarities and contrasts of complexity, uncertainty, risks, and resilience in supply chains and temporary multi-organization projects. **International Journal of Project Management**, v. 34, n. 7, p. 1328-1346, 2015.
- VAN WULFEN, G. **The innovation expedition: a visual toolkit to start innovation**. BIS Publishers, 2013.
- WANG, C. M. *et al.* Influence of personality and risk propensity on risk perception of Chinese construction project managers. **International Journal of Project Management**, n. 34, p. 1294-1304, 2016.
- WORSLEY, M.; BLIKSTEIN, P. Analyzing Engineering Design through the lens of computation. **Journal of Learning Analytics**, v. 1, n. 2, p. 151-186, 2014.

DADOS DOS AUTORES



Lucas Torres de Jesus – é pós-graduando no Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), com formação em Engenharia Mecatrônica (2012) pela EESC-USP.



Marly Monteiro de Carvalho – é professora livre docente da Escola Politécnica da USP, atuando na graduação e pós-graduação do Departamento de Engenharia de Produção. Coordena o Laboratório de Gestão de Projetos (LGP) (www.pro.poli.usp.br/lgp). Coordena o grupo de pesquisa Qualidade e Engenharia do Produto (QEP). Coordena o curso de Especialização em Gestão de Projetos da USP e Fundação Vanzolini (CEGP/FCAV). Possui livre docência pela Escola Politécnica da USP, pós-doutoramento em Engenharia Gestional pelo Politécnico de Milão (Itália), doutorado e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, e graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela USP. Autora de 12 livros publicados no Brasil e nos Estados Unidos e de diversos artigos em periódicos.



Eduardo de Senzi Zancul – é professor doutor do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP). Formado em Engenharia Mecânica (1997) e tem mestrado (2000) e doutorado (2009) em Engenharia de Produção, ambos pela Universidade de São Paulo. Foi pesquisador na RWTH Aachen University, na Alemanha, entre 2005 e 2007 e *visiting scholar* na Stanford University nos EUA durante três meses em 2015. Na POLI-USP, foi um dos fundadores e é um dos coordenadores do InovaLab@POLI. Suas áreas de pesquisa incluem Métodos de Desenvolvimento de Produtos, Manufatura Avançada e Ensino de Engenharia, com foco em Ensino de Projeto.