

Elaboração e validação de um instrumento para avaliação do impacto de intervenções de computação no Ensino Fundamental anos finais

Title: Elaboration and validation of an instrument to evaluate the impact of computing interventions in middle school final years

Leandro Santos da Cruz
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
ORCID: 0000-0003-0854-5593
cruzleandro@ufba.br

José Amancio Macedo Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
ORCID: 0000-0002-9509-5238
zeamancio@uefs.br

Resumo

Devido à atual e constante transformação do mundo, o mercado de trabalho é cada vez mais seletivo. As empresas buscam profissionais criativos e com habilidades cognitivas adaptadas à realidade. No contexto deste trabalho, essas são as denominadas habilidades do século XXI. Uma das formas de desenvolver essas habilidades é através da educação em computação. Contudo, uma vez que a área da educação em computação pode ser considerada recente, há necessidade de mais pesquisas relacionadas a identificação dos efeitos de intervenções de computação no desenvolvimento de habilidades do século XXI. Além disso, boa parte dos estudos existentes adotam instrumentos que não foram submetidos a um processo de validação sistemática, ou seja, de acordo com o contexto em que os estudos estão sendo aplicados. Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver e validar um instrumento de avaliação de habilidades do século XXI através do ensino da computação. O instrumento é desenvolvido no idioma português e é adequado à realidade do Ensino Fundamental – anos finais. A avaliação inicial em termos de confiabilidade e validade do instrumento, com base em 580 respostas de estudantes do Ensino Fundamental – anos finais, indica uma alta confiabilidade interna (alfa de Cronbach = 0,819 e 0,772), após um processo de reclassificação. Assim, o instrumento representa um passo importante visando a avaliação de habilidades do século XXI, e a crescente sistemática do ensino da computação na educação.

Palavras-chave: Habilidades do século XXI, Educação em Computação, Avaliação, Validação.

Abstract

Due to the current and constant transformation of the world, the job market is increasingly selective. Companies are looking for creative professionals with cognitive skills adapted to reality. In the context of this work, these are the so-called 21st century skills. One of the ways to develop these skills is through computer education. However, since the area of computing education can be considered recent, there is a need for more research related to the identification of the effects of computing interventions on the development of 21st century skills. In addition, most of the existing studies adopt instruments that have not been subjected to a systematic validation process, that is, according to the context in which the studies are being applied. Thus, the objective of this work is to develop and validate a 21st century skills assessment instrument through the teaching of computing. The instrument is developed in Portuguese and is suitable for the reality of middle school. The initial assessment in terms of reliability and validity of the instrument, based on 580 responses from middle school students, indicates high internal reliability (Cronbach's alpha = 0.819 and 0.772), after a reclassification process. Thus, the instrument represents an important step towards the assessment of 21st century skills, and the growing systematic of teaching computing in education.

Keywords: 21st Century Skills, Computer Education, Assessment, Validation.

1 Introdução

A Era da Informação ou era digital vem transformando muito rapidamente quase todos os aspectos de nossas vidas. O mercado de trabalho, por exemplo, está mudando sob a influência da digitalização (Greve, 2019) e, neste momento, vivenciamos uma nova revolução industrial, que tem sido denominada como a quarta revolução industrial. Isso se deve à crescente e necessária substituição do trabalho manual por trabalhos que utilizam competências cognitivas compulsórias para o século XXI (Binkley et al., 2012; Claro et al., 2012). Neste contexto, há uma exigência atual de um nível diferenciado de habilidades para ocupar cargos que possuem desafios complexos (van Laar et al., 2017). As habilidades descritas como essenciais para a sociedade do conhecimento são nomeadas como “Habilidades do Século XXI”. Apesar de não serem novas, diversos pesquisadores consideram essas habilidades como primordiais para o desenvolvimento profissional e socioeconômico atual considerando as mudanças na economia e no mercado de trabalho (Piniuta, 2019; Mioto et al., 2019).

Apesar de existir muito debate sobre quais definitivamente são as habilidades essenciais do século XXI, há um certo consenso com relação a algumas delas. Alguns exemplos são pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração, criatividade e comunicação. Essas habilidades ainda são consideradas escassas para grande parte da população. Isso se deve às dificuldades para o seu desenvolvimento muitas vezes causadas por dificuldades socioeconômicas (Scott, 2015; Tan et al., 2017).

No Brasil, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB - 9.394/96), a Educação Básica passou a ser estruturada por etapas e modalidades de ensino, englobando a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. O ensino de habilidades do século XXI na educação básica pode ser realizado através de diversas formas, como por exemplo, técnicas pedagógicas específicas, como aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem cooperativa, aprendizagem experiencial e avaliação formativa são alguns exemplos. Além disso o ensino de artes e música também podem contribuir no desenvolvimento de habilidades do século XXI, como destacam Jaquith & Hathaway (2013); DeWilde (2020); Vasil et al. (2019). Dentre as abordagens, diversos trabalhos relacionados reconhecem que a computação é uma ferramenta que pode apoiar a aquisição das habilidades do século XXI (Shackelford et al., 2006; CSTA, 2017; P21, 2017; Voogt & Roblin, 2012), que é o contexto em que esta pesquisa se enquadra.

Uma das dificuldades atuais da implantação da computação na educação visando a promoção de habilidades está relacionada à escassez de instrumentos de avaliação (Chai et al., 2015). Autores como Lau & Yuen (2014) destacam a ausência de instrumentos de avaliação da alfabetização de alunos em computação na educação básica. Um outro problema é que boa parte dos estudos existentes que avaliam os efeitos da computação utilizam instrumentos adaptados/traduzidos sem a devida validação para o contexto em que são aplicados (Psycharis & Kallia, 2017; Rodríguez-Martínez et al., 2020).

No contexto do Brasil, o problema é mais grave ainda. Considerando o Ensino Fundamental – anos finais, o qual será o foco deste instrumento, no idioma português e devidamente validado, encontramos apenas o instrumento desenvolvido por Mioto et al. (2019), que por sua vez possui uma quantidade elevada de questões e não foi elaborado especificamente para o ensino fundamental. Sendo assim, existe uma lacuna no sentido de instrumentos devidamente validados no idioma

português para avaliação das habilidades do século XXI no contexto de ensino da computação.

O objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento e validação de um instrumento de avaliação de habilidades do século XXI, a partir de práticas voltadas para o ensino da computação. O contexto considerado para a construção do instrumento é o Ensino Fundamental – anos finais. Devido à amplitude do tema, é inviável propor um instrumento para abordar todas as habilidades discutidas na literatura. O instrumento avalia a percepção dos estudantes sobre estas habilidades e também sobre confiança e interesse na utilização da computação. Considerar os construtos confiança e interesse na computação reforça a percepção da relação entre o ensino da computação e o desenvolvimento das habilidades investigadas. Este tópico será retomado na Seção 3.1.1.

2 Fundamentação Teórica

2.1 A Computação na Educação básica

Diante dos desafios e contextos mundiais, conectar os alunos com conceitos de computação é fundamental para promover uma preparação adequada hoje para o seu futuro profissional. CSTA (2016) afirma que as habilidades adquiridas com o estudo de ciência da computação devem ser levadas ao ensino básico para que assim os estudantes possam desenvolvê-las e assim atingir um maior sucesso na nova economia global.

É importante destacar que a educação básica no Brasil é composta pela educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio (BNCC, 2018). A educação infantil é focada nas crianças de 0 a 5 de idade, já o ensino fundamental é dividido entre os anos iniciais, sendo esses do 1º ao 5º ano e os anos finais do 6º ao 9º ano. O ensino médio compõe os anos finais da educação básica e é dividido em três séries. Este trabalho tem foco nos anos finais do ensino fundamental.

Embora o ensino da computação seja integrado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), há poucas iniciativas de incorporação da computação nas escolas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), instituída em 22 de dezembro de 2017 pela Resolução CNE/CP nº 2, de acordo com o Ministério da Educação, é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento. Em fevereiro de 2022, durante uma reunião, o Conselho Nacional de Educação (CNE) aprovou um novo texto referente às "Normas sobre Computação na Educação Básica", que é um complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

O novo texto da BNCC define os eixos da educação em computação, necessários para promover a alfabetização e o letramento digital. São três eixos propostos para todas as etapas da educação básica: Cultura digital, Tecnologia digital e Pensamento computacional. Esses eixos subdividem-se nos conceitos de letramento digital, cidadania digital e tecnologia e sociedade. Existem projetos que abordam alguns elementos da educação em computação, como o Computação na Escola¹ e Meninas Digitais². Entretanto na maioria dos casos são iniciativas pontuais, com alcance limitado.

¹www.computacaonaescola.ufsc.br

²meninas.sbc.org.br/

2.2 Pensamento Computacional

O termo PC obteve grande popularidade nos últimos anos. O tema também tem sido bastante abordado entre vários pesquisadores, principalmente da área pedagógica e de educação em computação, justamente para reforçar sua importância dentro do âmbito educacional atual.

Os conceitos iniciais sobre o PC despertaram na década de 1970, através de Sime et al. (1977) e Weinberg (1971), pesquisadores pioneiros na contextualização da programação como uma habilidade humana e na sua relação com questões de aprendizagem. A primeira utilização do termo PC embora sem elaboração, surgiu através de Papert (1980). O autor utilizou o termo para intitular um conjunto de técnicas e habilidades da computação que podem ser desenvolvidas para resolução de problemas de inúmeras áreas.

A popularização do termo PC no século XXI teve como principal propulsora a pesquisadora J. M. Wing (2006). Na visão da autora, o PC pode ser compreendido como uma habilidade fundamental para todos, não somente para programadores. *“O PC envolve resolver problemas e compreender o comportamento humano, baseando-se nos conceitos fundamentais da ciência da computação.”* (J. M. Wing, 2006, p. 02, Tradução nossa). Após apresentação de sua definição, as questões relacionadas ao ensino e aprendizagem do PC começaram a ganhar cada vez mais espaço entre os pesquisadores, atraindo países como Austrália, Finlândia e Inglaterra a adotarem o PC em seus currículos educacionais (Heintz et al., 2016) e novas opiniões e definições sobre o termo foram surgindo.

No Brasil, o contexto em que o termo PC é inserido no texto da BNCC sugere que o PC consiste numa competência e/ou habilidade a ser desenvolvida durante o processo de ensino de conteúdos da matemática.

Pesquisadores como J. Wing (2008) e Selby & Woollard (2013) definem o PC como um processo cognitivo que envolve o raciocínio lógico para identificar, analisar e auxiliar na solução de problemas utilizando conceitos computacionais. Contudo, existem opiniões divergentes, como a de P. J. Denning (2017), que argumenta que o PC não deve receber o status de abordagem geral de resolução de problemas. P. J. Denning (2017) afirma que não existem evidências de que o desenvolvimento de habilidades de programação intrinsecamente se estenda à resolução de problemas do dia a dia e resume a ideia de que o PC deve ser baseado em modelos e algoritmos computacionais. Além disso, P. Denning (2009) argumenta que PC é equivalente ao pensamento algorítmico, um conceito bem conhecido desde a década de 1950 que ele define como *“uma orientação mental para formular problemas como conversões de alguma entrada para uma saída e procurar algoritmos para realizar as conversões”*

Na direção oposta a P. J. Denning (2017), J. M. Wing (2006) trata o PC como muito mais do que apenas pensamento algorítmico. Em seu trabalho posterior J. Wing (2017) propôs uma nova definição de PC com o objetivo de esclarecer alguns aspectos de sua proposta inicial e define o PC como *“O processo de pensamento envolvido na formulação de um problema e na expressão de sua(s) solução(ões) de tal forma que um computador, humano ou máquina, possa efetivamente realizar”*.

2.2.1 Ferramentas de Aprendizagem do Pensamento Computacional

Algumas ferramentas são consideradas essenciais no processo de aprendizagem da computação. Apontadas como mecanismos de suporte pedagógico justamente pela sua diferenciação em relação a outros campos (Malmi et al., 2019), as ferramentas de aprendizagem em computação para prover o desenvolvimento do PC vêm ganhando cada vez mais força e espaço atualmente nas salas de aula. Nos últimos anos, estudos foram realizados para ensinar e medir o PC, principalmente focados em crianças desenvolvendo seus próprios jogos, trabalhando com robótica e utilizando programação, principalmente com o uso de programação em blocos (Werner et al., 2014, 2012; Brennan & Resnick, 2012).

Uma abordagem bastante conhecida considera o desenvolvimento de PC sem necessidade de um computador. Essa abordagem é denominada computação desplugada. A computação desplugada é considerada importante, tanto no ensino de crianças quanto de adultos, justamente por ser uma alternativa para instituições sem recursos computacionais. Essas atividades são consideradas uma forma de ensinar conceitos de programação e computação de forma mais lúdica e construtivista sem a necessidade do uso do computador (Curzon et al., 2019).

Métodos como a robótica, também podem ser utilizadas como um recurso para o ensino do PC através da programação. Sáez-López et al. (2019) destacam que “*Os alunos podem sondar conceitos complexos editando códigos e manipulando robôs*”. Com esta análise, Sáez-López et al. (2019) afirmam que a utilização da robótica no ensino de programação pode fornecer oportunidades interessantes e situações de prática autênticas para os alunos. Outros trabalhos também demonstram a eficácia da robótica como uma método complementar de aprendizagem (Spolaôr & Benitti, 2017; Chen et al., 2017; Kucuk & Sisman, 2017).

Além destas ferramentas, é possível identificar na literatura que existem variedades de ferramentas práticas para apoiar o ensino do PC. Curzon et al. (2019) por exemplo, apresentam alguns exemplos de ferramentas de avaliação online como Bebras³ e Digital Schoolhouse⁴.

2.3 As Habilidades do Século XXI e a Computação

A globalização e o rápido desenvolvimento das tecnologias estão transformando a forma como vivemos, aprendemos e trabalhamos. A competência digital tornou-se um conceito chave na discussão sobre que tipo de habilidades e compreensão os cidadãos devem possuir na chamada sociedade do conhecimento (Voogt & Roblin, 2012; Scott, 2015; van Laar et al., 2017). Além da competência digital, a sociedade do conhecimento alterou significativamente as exigências para o mercado de trabalho, requerendo trabalhadores que enfrentam tarefas cada vez mais complexas e interativas, exigindo competências como trabalho cognitivo, capacidade de se comunicar, resolver problemas e mediar informações (van Laar et al., 2017; Voogt & Roblin, 2012; Scott, 2015).

Embora seja um assunto bastante discutido na comunidade acadêmica, existem diferentes visões sobre essas habilidades. Apesar de serem conhecidas como novas habilidades pertencentes ao século XXI, alguns autores como Rotherham & Willingham (2011) afirmam que não existe nada de novo nestas habilidades. Atualmente, a difusão das tecnologias digitais está impulsionando outra revolução tecnológica, que está criando a “Economia 4.0”. Neste cenário empresas,

³<https://www.bebbras.org/>

⁴<https://www.digitalschoolhouse.org.uk>

governos e educadores parecem concordar que existe uma escassez de pessoas que possuam habilidades do século XXI, resultando em uma barreira ao crescimento econômico e ao sucesso empresarial. Grande parte dos pesquisadores que defendem a necessidade de que mais pessoas desenvolvam essas habilidades, apontam para uma lacuna entre as habilidades que os jovens possuem e as habilidades que o mercado e o mundo corporativo exigem deles.

Existem diversas definições das habilidades do século XXI. Como exemplos de trabalhos que apontam diferentes definições sobre essas habilidades, podemos citar o *The Assessing and Teaching of 21st Century Skills (ATC21)*, que foi patrocinado pelas empresas Cisco, Intel e Microsoft (Binkley et al., 2012) e *Partnership for 21st Century (P21)* (P21, 2017), um trabalho desenvolvido por especialistas em educação e colaboradores das empresas Cisco, Intel e Microsoft. Analisando a contextualização dessas referências é fácil identificar que as suas definições das habilidades do século XXI não se diferem por completo. Basicamente abordam o mesmo contexto, apenas variando com suas nomenclaturas.

Outro aspecto importante sobre o tema é a forma como as habilidades são desenvolvidas. Trabalhos como P21 (2017) destacam que a aquisição das habilidades do século XXI também podem ser apoiadas por técnicas pedagógicas específicas, como aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem cooperativa e aprendizagem experiencial. Além disso, autores como Connolly et al. (2012); Li & Tsai (2013) destacam a aprendizagem baseada em jogos como um método de desenvolvimento dessas habilidades. Outras técnicas de ensino, como por exemplo de música e artes podem auxiliar no desenvolvimento destas habilidades (Jaquith & Hathaway, 2013; DeWilde, 2020; Vasil et al., 2019).

A computação como ferramenta para desenvolvimento de habilidades do século XXI, tema central deste trabalho, é um tópico também bastante discutido. Em sua pesquisa, Mioto et al. (2019) realizaram uma correlação entre a computação e o aprendizado das habilidades de criatividade, resolução de problemas, pensamento crítico, colaboração, inovação e comunicação, sugerindo que a utilização da computação é benéfica na busca pelo desenvolvimento destas habilidades.

A Tabela 1 apresenta as habilidades do século XXI relacionadas com práticas computacionais. A descrição das práticas computacionais disponíveis na Tabela 1 de P21 (2017), incorpora elementos do PC para cada habilidade do século XXI descrita. Entretanto, se fazem necessários mais estudos e pesquisas para justificar se a relação é cientificamente aceitável. Consequentemente se mostra necessário o desenvolvimento de instrumentos para validação dessas ideias que possam ser propostas para assim chegar à conclusão de seu favorecimento.

Tabela 1: Habilidades do século XXI vs principais práticas computacionais (Nossa tradução de P21, 2017)

Habilidades do Século XXI	Principais práticas computacionais
Criatividade	Desenvolver artefatos computacionais com o objetivo de praticidade, expressão pessoal ou para abordar uma questão social.
Inovação	Modificar um artefato existente para melhorá-lo ou customizá-lo.
Pensamento Crítico	Avalie se a solução computacional de um problema é apropriado e factível.
Resolução de problemas	Decompor um problema real complexo em subproblemas gerenciáveis que podem ser resolvidos com soluções existentes.
Comunicação	Descrever, justificar e documentar processos e soluções computacionais.
Colaboração	Receber e oferecer feedback construtivo a outros membros da equipe.

Fonte: Adaptado de Fonte Original (P21, 2017).

O crescimento no número de estudos sobre a utilização do PC no ensino básico como ferramenta para o desenvolvimento das habilidades do século XXI é cada dia maior. Devido a este cenário, é necessário desenvolver instrumentos de avaliação devidamente adequados e confiáveis para avaliação destas habilidades, de acordo com seu contexto específico como local de avaliação, tipo de intervenção e até mesmo o idioma local. Para essa pesquisa, utilizamos as habilidades de Criatividade, Colaboração e Resolução de Problemas. Isso se deve ao fato de serem algumas das mais buscadas em intervenções de PC e habilidades do século XXI. Além disso, autores como Hodge & Lear (2011), Voogt & Roblin (2012) e Robles (2012) reforçam a ideia que essas habilidades estão entre as mais buscadas atualmente.

2.4 Trabalhos Relacionados

Por meio da análise da literatura através de um mapeamento sistemático, foram encontrados os trabalhos de Chai et al. (2015); Mioto et al. (2019); Yağcı (2019); Korkmaz et al. (2017); Claro et al. (2012); Lau & Yuen (2014) que desenvolveram instrumentos de avaliação das habilidades de resolução de problemas, aprendizagem cooperativa e pensamento crítico, pensamento criativo e pensamento algorítmico. Observa-se que os trabalhos encontrados são recentes, publicados a partir de 2012, indicando a importância e o interesse em avaliações de habilidades do século XXI nos últimos anos.

Os instrumentos identificados propõem soluções para avaliar habilidades. Porém, nenhum dos modelos se propôs a avaliar as habilidades do século XXI como um todo. Observando uma variação também entre as habilidades avaliadas por cada um dos instrumentos, evidencia-se a falta de um consenso de como avaliar, e até a própria terminologia/definição das habilidades do século XXI. Entre as habilidades avaliadas, existe uma preocupação maior em avaliar habilidades referentes ao uso de tecnologias de informação.

Grande parte dos instrumentos identificados buscaram medir através de uma escala Likert de cinco pontos. O instrumento de Yağcı (2019) que foi projetado para medir as habilidades de solução de problemas, pensamento criativo, pensamento algorítmico, aprendizagem cooperativa e

pensamento crítico de alunos do ensino médio adotou a escala de cinco pontos.

Foram realizados diversos trabalhos relacionados às práticas de aprendizagem do século XXI em sala de aula. Um desses estudos, conduzido por Chai et al. (2015), teve como objetivo avaliar as percepções dos alunos sobre essas práticas. A pesquisa foi realizada com alunos do ensino fundamental e se baseou em uma revisão da literatura. O instrumento utilizado foi adaptado a partir de estudos anteriores, como os de (Lee et al., 2014; Castle, 2006; Welch & McDowall, 2010).

Além disso, outro trabalho relevante nessa área foi realizado por Korkmaz et al. (2017). O objetivo desse estudo foi desenvolver um instrumento para determinar os níveis de habilidades de pensamento computacional (PC) dos alunos. Especificamente, o instrumento visava avaliar as habilidades de criatividade, cooperação, pensamento algorítmico, pensamento crítico e resolução de problemas.

O trabalho de Mito et al. (2019) apresenta o desenvolvimento do modelo BASES21 (Assessing 21st Century Skills), para a auto avaliação de habilidades do século XXI no contexto de ensino de computação na educação básica. Os autores propõem um instrumento de auto avaliação que possa ser usado para medir o impacto do ensino da computação no aprendizado de habilidades do século XXI em atividades conduzidas para alunos da educação básica.

Apesar de ser um instrumento em português e devidamente validado, há algumas diferenças importantes entre o nosso instrumento em comparação com o de Mito et al. (2019) e sua continuação proposta por Pacheco et al. (2020). Uma delas é o fato de nosso instrumento possuir apenas 31 itens e ser especificamente elaborado para o ensino fundamental.

Em um contexto geral, os estudos apresentam suas validações, confiabilidade e avaliações de seus instrumentos de coleta de dados de forma detalhada. Todos os estudos analisaram a consistência interna e confiabilidade dos métodos utilizados nas avaliações.

3 Método de Pesquisa

Este trabalho, que teve por objetivo desenvolver e avaliar um instrumento de avaliação, aplicou o modelo multi-método, dividido em duas etapas. A etapa 1 refere-se ao desenvolvimento do instrumento e a etapa 2 refere-se ao processo de avaliação do instrumento.

3.1 Etapa 1 - Desenvolvimento do Instrumento

Essa seção descreve a etapa de desenvolvimento do instrumento. Ela envolve reuniões de alinhamento, teste piloto, articulação com os municípios de estudo, técnicas para coleta de dados, modelos de avaliação do instrumento entre outras atividades do desenvolvimento do instrumento. A seguir, descrevemos cada uma destas atividades.

3.1.1 Definição da estratégia de construção

O método de desenvolvimento do instrumento proposto é baseado na adaptação de itens de outros instrumentos descritos na literatura e no refinamento sucessivo para adaptação ao público-alvo

desse trabalho e ao Português.

Após a leitura dos artigos e discussões entre os pesquisadores, foram definidos os instrumentos mais relevantes para o intuito desta pesquisa. Utilizamos alguns instrumentos que foram propostos para aplicação no ensino fundamental, ensino médio e graduação. A justificativa para estas escolhas é que estes instrumentos podem ser facilmente adaptados ao idioma português e, mesmo após as modificações, sua essência original permanece intacta.

Entre as Habilidades do Século XXI definidas para a construção deste instrumento, utilizamos do trabalho elaborado por Chai et al. (2015), que aborda os construtos de Criatividade (CreT) e Colaboração (CoL). Essas questões foram selecionadas pela fácil interpretação, já que foram desenvolvidas para o ensino fundamental, e por se aplicarem diretamente com o objetivo de nossa pesquisa que é a auto-avaliação do aluno em relação a essas habilidades.

Apesar do estudo de Chai et al. (2015) tratar da habilidade de resolução de problemas, ficou determinado que não se utilizaria especificamente o trabalho de Chai et al. (2015) para este construto. A justificativa é que a habilidade de resolução de problemas de Chai et al. (2015) explora a concordância dos alunos sobre como eles lidam com problemas da vida real nas aulas, e não se concentra especificamente na resolução de problemas em suas tarefas, como considerado por Yağcı (2019).

O instrumento apresentado por Yağcı (2019) foi desenvolvido inicialmente para avaliar alunos do ensino médio. Contudo, consideramos que este instrumento poderia ser facilmente adaptado para alunos do ensino fundamental. Deste trabalho, apenas a habilidade de resolução de problemas foi selecionada. A justificativa é que essas questões se encaixam no contexto do trabalho, podem ser facilmente adaptadas sem perda do contexto original, e são aplicáveis ao Ensino Fundamental – anos finais, de acordo com a percepção que formamos a partir das reuniões para discussão sobre este ponto.

Tendo em vista o contexto da aplicação do instrumento no ensino da computação e sua relação com o desenvolvimento das habilidades do século XXI, foram adicionados os construtos de Confiança (ConF) e Interesse (InT) em computação, adaptadas do trabalho de Hoegh & Moskal (2009). A escolha desses dois construtos tem o intuito de avaliar o quanto os alunos estão interessados e confiantes na utilização de recursos computacionais, como forma de avaliar se a computação contribui no desenvolvimento das habilidades do século XXI. Essa análise pode servir de base para avaliar a percepção dos alunos em relação à computação, contribuindo assim na análise de sua eficácia no desenvolvimento das habilidades do século XXI.

Realizamos adaptações em itens de dois construtos do instrumento proposto por Hoegh & Moskal (2009) que é especificamente elaborado para alunos da graduação. Houve consenso dos pesquisadores do projeto de que seus itens poderiam ser facilmente adaptados sem prejudicar a sua essência original para alunos do ensino fundamental.

3.1.2 Definição dos métodos de coleta de dados

Para a realização desse estudo, optou-se pela aplicação de um questionário como método de coleta de dados. Essa abordagem foi escolhida devido à sua rapidez e custo relativamente baixo, tornando-se uma opção viável e amplamente utilizada em pesquisas dessa natureza. Através do questionário, é possível obter respostas diretas dos participantes, permitindo uma análise quanti-

tativa dos dados coletados.

Após a definição do método, foi definido o tipo de escala de medição a ser utilizada. A escala Likert apresenta respostas ordenadas variando seus itens (Torres & da Hora, 2014). Essa escala é utilizada por todos os instrumentos analisados durante a revisão bibliográfica que realizamos. Utilizamos uma escala Likert do tipo ordinal de cinco pontos: (1) Discordo fortemente, (2) Discordo parcialmente, (3) Nem Concordo nem Discordo, (4) Concordo parcialmente e (5) Concordo totalmente. Além disso, incluímos emojis com o intuito de facilitar o entendimento dos itens da escala likert para os respondentes.

O instrumento foi dividido em dois questionários, com o intuito de avaliar as habilidades do século XXI e confiança e interesse em computação.

3.1.3 Estratégia para coleta de dados

Este trabalho envolve, como fonte de coleta de dados, alunos dos municípios de Alagoinhas, Cardeal da Silva e Piritiba, todos pertencentes ao estado da Bahia. Para todos os municípios realizamos uma solicitação formal as Secretarias de Educação, que sinalizaram favoravelmente, liberando a aplicação do instrumento para 580 alunos do ensino fundamental.

Para a realização desse estudo, optou-se pela aplicação de um questionário como método de coleta de dados. Essa abordagem foi escolhida devido à sua rapidez e custo relativamente baixo, tornando-se uma opção viável e amplamente utilizada em pesquisas dessa natureza. Durante o ano de 2021 os questionários foram entregues em conjunto com material didático fornecido mensalmente aos alunos do município de Piritiba. Devido à pandemia de Covid-19, cerca de 140 alunos receberam suas atividades em casa e as entregaram após um período de tempo. Por esse motivo os questionários foram enviados junto com as atividades escolares. Através do cenário pandêmico, alguns problemas foram se originando, como por exemplo a aplicação do instrumento sem orientação prévia de um professor ou aplicador. Para mitigar este desafio, incluímos, na página inicial do instrumento, instruções básicas para que os alunos respondessem de forma clara e coesa sem a necessidade de explicação de um aplicador.

Para os demais 380 alunos que responderam o instrumento, havia um aplicador explicando o que era o instrumento e como responder através da escala likert.

3.1.4 Definição da versão inicial do Instrumento.

Esta atividade levou em consideração as definições de habilidades do século XXI dos frameworks ATC21 (Binkley et al., 2012) e P21 (2017) e também a revisão bibliográfica de outros instrumentos e intervenções aplicadas. O processo de tradução das questões para o português e sua adaptação para o contexto atual de alunos do ensino fundamental também é destacado nesta atividade. Após definir Criatividade (CreT), Colaboração (CoL) e Resolução de Problemas (ResoL) como habilidades investigadas na pesquisa, foi realizado o processo de modificação das questões.

Como resultado, a versão inicial do instrumento contou com um único questionário com 47 itens adaptados de Chai et al. (2015), Yağcı (2019) e Hoegh & Moskal (2009).

3.1.5 *Validade aparente do instrumento*

A análise pelos especialistas tem como objetivo avaliar o instrumento em termos de sua consistência, relevância e compreensão dos itens em relação ao público-alvo. Esta etapa é realizada para estabelecer a validade aparente do instrumento (Beeckman et al., 2009), garantindo que, após as modificações, o instrumento possa ser consistente, relevante e de fácil interpretação para o público-alvo.

Antes da realização da avaliação, os especialistas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O instrumento foi apresentado aos profissionais e, após um período de 24 horas, foi solicitado o envio de um arquivo de áudio com a análise do instrumento.

Em sua análise, o Especialista 1, que é professor do fundamental da rede pública de ensino, menciona o tamanho do instrumento como principal preocupação. Segundo ele *“Pedagogicamente falando, os alunos do ensino básico podem não dar a atenção necessária para um questionário longo com 47 questões.”* Ele apresenta como sugestão a divisão do instrumento. O Especialista 1 também sugere a inserção de imagens ilustrativas e conclui sua análise apontando que existem algumas questões complexas do construto Resolução de Problemas para alunos dessa faixa etária principalmente no contexto da rede pública de ensino.

O Especialista 2, que também é professor do fundamental, valorizou o instrumento, contudo indagou que algumas questões são muito complexas para alunos da faixa etária de 10 a 13 anos. O Especialista 2 também sugere a divisão do instrumento para manter o nível de interesse dos alunos no momento de resposta.

O Especialista 3 é profissional de psicologia com CRP ativo. Ele enalteceu positivamente o instrumento e sinalizou como ponto positivo a abordagem da autoconfiança. Ele comenta que: *“A importância da avaliação do quanto o aluno se entende capaz de realizar uma atividade e o quanto ele confia nele próprio para realizá-la ... Desenvolver esse sentimento é algo bastante positivo para o indivíduo.”*

Após essas observações, foram realizadas reuniões com os pesquisadores do projeto, onde ficou decidido o desenvolvimento de dois questionários. Além disso, realizamos a revisão de algumas questões para tornar o instrumento mais acessível ao público-alvo.

3.1.6 *Avaliação piloto*

Conforme Torres & da Hora (2014), a avaliação piloto deve ser aplicada em uma população similar àquela em que o instrumento será aplicado. Para isso, nossa avaliação piloto foi realizada com 8 alunos do ensino fundamental com idades entre 9 a 12 anos. Antes da realização do teste, os responsáveis legais dos alunos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os alunos responderam ao questionário e logo em seguida foi realizada uma avaliação das respostas de questões correlacionadas. Para identificar possíveis causas de divergências em algumas respostas, foram realizadas verificações junto aos alunos através de uma entrevista semiestruturada com as questões que estão disponíveis no Quadro 1. A partir disso iniciamos o processo de análise se os alunos possuíam alguma dificuldade em compreender alguma questão específica ou se simplesmente existem questões não compreendidas por eles. As entrevistas foram realizadas via chamada de vídeo com autorização e com a presença dos responsáveis legais.

Quadro 1: Questões elaboradas para entrevistas semi estruturadas para avaliação piloto

Questões	Justificativa
1- O que você achou do questionário ?	Identificar a opinião geral do aluno.
2- O que você não entendeu do questionário?	Identificar questões complexas.
3- Você teve dificuldade com a escala likert?	Identificar dificuldades com a quantidade de pontos da escala.
4- Quanto tempo você demorou para responder o questionário?	Identificar dificuldades com o tamanho do questionario.
5- Você achou o questionário longo e com muitas questões?	Identificar dificuldades com o tamanho do questionario.
6- O questionário é fácil de responder?	Identificar a opinião geral do aluno.
7- Tem alguma questão no questionário que você não entendeu? Se sim, qual?	Identificar questões complexas.
8- Você acha que o questionário sendo dividido em dois, seria melhor para responder ou ter mais atenção nas perguntas?	Identificar dificuldades com o tamanho do questionário.

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Após a análise do conteúdo de resposta dos alunos, identificamos que todos os alunos consideram o questionário fácil de responder. Apenas um aluno informou que a escala Likert deveria ser reduzida, ou seja, deveriam existir menos pontos na escala. Dois alunos admitiram que o questionário era longo e apenas um obteve dificuldade em uma das questões. Os outros comentaram não apresentar dificuldades e apenas dois supuseram que o questionário poderia ficar melhor caso fosse dividido em dois. Vale destacar que explicamos para os participantes o significado de escala likert.

3.1.7 Desenvolvimento da versão 2 do instrumento

Durante o processo de construção do instrumento, foram realizadas reuniões entre os pesquisadores para discutir as observações referentes às avaliações piloto e a validação aparente entre os especialistas. Após a tradução dos questionários, realizamos alterações em algumas questões. Por exemplo, questões onde constava inicialmente o termo “problema” (*problem*, tradução nossa) foram alteradas, passando a usar o termo “tarefa”. Da mesma forma, o termo “computação” (*computing*, tradução nossa) foi alterado para “informática”.

A substituição destes termos tem como objetivo facilitar o entendimento do aluno. Também após análise dos testes e através da opinião dos especialistas, foi realizada a divisão do instrumento em dois. Para sua aplicação, o instrumento versão 2 ficou composto por 47 itens divididos em dois questionários que foram denominados “*Como Resolvo Minhas Tarefas Escolares*” (CRMTE), que possui 20 questões (itens) e aborda a habilidade de Resolução de Problemas (ResoL), e “*Minha Forma de Agir no Ambiente Escolar*” (MFAAE), que possui 27 questões e aborda as habilidades de Criatividade (CriaT), Colaboração (CoL), Confiança (ConF) e Interesse (InT) em Computação. Também foram inseridos títulos informativos no instrumento, para facilitar o entendimento do aluno ao responder os questionários.

3.1.8 Participantes

O instrumento foi aplicado para 580 alunos com idades entre 11 e 18 anos e que eram do ensino fundamental da rede pública de ensino dos municípios de Alagoinhas, Cardeal da Silva e Piritiba.

Destes 580 alunos, 360 são do sexo masculino e 220 do sexo feminino. Os dois questionários do instrumento foram aplicados separadamente, com um quantitativo de $N=286$ questionários respondidos do Minha Forma de Agir no Ambiente Escolar (MFAAE) e $N=294$ do Como Resolvo minhas Tarefas Escolares (CRMTE).

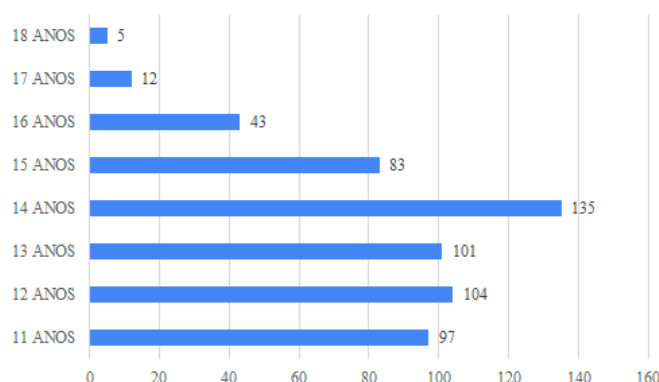


Figura 1: Idade dos alunos que participaram da coleta de dados

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Alagoinhas, Cardeal da Silva e Piritiba são municípios do estado da Bahia. A razão destes municípios serem escolhidos é que já possuímos o apoio das secretarias de educação, facilitando o desenvolvimento deste trabalho.

Além disso, no processo de construção do instrumento tivemos a participação de dois professores do Ensino Fundamental – anos finais e um profissional de psicologia para a validação aparente. Para o teste piloto participaram oito alunos do Ensino Fundamental – anos finais com idade entre 9 a 12 anos. Já para validação de conteúdo, participaram quatro professores do Ensino Fundamental – anos finais, um profissional de psicologia, e outros dois professores de computação/informática.

3.2 Etapa 2 - Avaliação do Instrumento

3.2.1 Confiabilidade do instrumento

Testes de consistência interna foram realizados para determinar a confiabilidade do instrumento. O coeficiente de confiabilidade alfa de Cronbach foi utilizado na determinação do nível de consistência interna. Estudos indicam que valores superiores a 0,7 são os ideais (Terwee et al., 2007), (Thorndike, 1995). Para esse trabalho adotamos valores acima de 0,70 como satisfatórios mantendo um nível rigoroso no processo de análise.

3.2.2 Validação de conteúdo

Esta pesquisa contou com um grupo de especialistas de áreas distintas, sendo eles quatro professores do ensino fundamental, dois da rede pública, dois da rede privada de ensino, um profissional de psicologia, e dois professores de computação/informática com experiência com crianças do fundamental. Três desses especialistas participaram da validação aparente (apresentada na Seção 3.1.5).

Quadro 2: Lista de especialistas do painel

N °	Especialistas	Área
1	Professor Fundamental 1	Escola Pública
2	Professor Fundamental 2	Escola Privada
3	Professor Fundamental 3	Escola Privada
4	Professor Fundamental 4	Escola Pública
5	Psicólogo	Psicologia
6	Professor Computação 1	Pública e Privada
7	Professor Computação 2	Pública e Privada

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Inicialmente foi solicitado a um grupo de especialistas que classificasse a relevância de cada item (questão) do instrumento em uma escala de 4 pontos para essa avaliação: 1 = item não relevante; 2 = item necessita de revisão para ser avaliada a relevância; 3 = item relevante, necessita de pequenas alterações e 4 = item absolutamente relevante.

3.2.3 Validação de construto

Para avaliar a validação de construto, a Análise Fatorial Exploratória (AFE) tem sido um dos procedimentos estatísticos mais comumente utilizados no desenvolvimento, avaliação e refinamento de instrumentos psicológicos (Floyd & Widaman, 1995).

O primeiro passo durante a implementação de uma AFE é observar se a matriz de dados é passível de fatoraçoão, isto é, analisar se os dados podem ser submetidos ao processo de análise fatorial (Pasquali, 1999). Para isso, dois métodos de avaliação são mais comumente utilizados, a saber: o critério de Kaiser- Meyer-Olkin (KMO); e o Teste de Esfericidade de Bartlett (Dziuban & Shirkey, 1974; Lorenzo-Seva et al., 2011).

Em seguida, as cargas fatoriais foram examinadas usando a técnica de rotação vertical Varimax nos dados. Está técnica é um método de rotação ortogonal, sendo o mais comumente utilizado dentre os métodos ortogonais, que procura minimizar o número de variáveis que apresentam altas cargas em cada fator, ou seja, torna a solução fatorial mais simples e pragmaticamente mais significativa (Kaiser, 1958; Kanti Mardia, 1979; Johnson & Wichern, 2007). Ela foi aplicada com o propósito de analisar as semelhanças e diferenças entre os itens do instrumento.

Outro item que foi verificado neste trabalho, foi a matriz de componentes rotacionados. Este item permite verificar qual dos fatores melhor explica cada um dos indicadores considerados. Ele indica quais itens pertencem a cada respectivo fator, identificando os principais indicadores da

pesquisa.

Os itens com carga fatorial abaixo de 0,35 foram removidos do instrumento como resultado da análise da matriz de componentes rotacionados. Com base nisso, os itens que foram designados a componentes com contexto diferente do que é proposto pelo item conforme a base teórica foram analisados e removidos do instrumento. Essa ação, é com base nos trabalhos de Figueiredo & Júnior (2010) e Matos & Castilho Rodrigues (2019) que ressaltam que não existe um único critério para definir o número de fatores ideais, sendo papel do pesquisador determinar um critério consensual.

Após a remoção de alguns itens, foram realizadas modificações na estrutura e na nomenclatura de alguns fatores (habilidades) no questionário MFAAE. Por exemplo, a modificação da nomenclatura de fatores (habilidades) e alocação de itens que estavam destinados na base teórica em um fator foi alocado para outro fator, isso devido a análise da AFE.

Além disso, apesar da AFE indicar uma quantidade de fatores acima do previsto em teoria para o questionário CRMTE, decidimos por manter sua característica inicial de ser um questionário que avalia somente e exclusivamente uma habilidade. Isso se justifica pelo fato do instrumento avaliar como um todo apenas uma habilidade específica e não suas sub-habilidades.

4 Avaliação do Instrumento

Com o objetivo de avaliar a confiabilidade e a validade do instrumento de medição, o mesmo foi aplicado no contexto do ensino fundamental.

4.1 Validação de conteúdo do instrumento

O processo de validação de conteúdo foi realizado no início do desenvolvimento deste instrumento, mais precisamente após a validação aparente, teste piloto e revisão de itens por parte dos pesquisadores. Assim, esta validação foi realizada na versão 2 do instrumento.

Inicialmente foi solicitado a um painel de 7 especialistas (Docentes de Computação) que classificassem a relevância de cada item do instrumento em uma escala de 4 pontos para essa avaliação: 1 = item não relevante; 2 = item necessita de revisão para ser avaliada a relevância; 3 = item relevante, necessita de pequenas alterações e 4 = item absolutamente relevante.

Tabela 2: Resumo da validade de conteúdo do instrumento

Construto	Nº Itens	S-IVC/UA (>=80)	S-IVC/AVE (>= 0,80)
Criatividade (CriAT)	4	0.75	0.96
Colaboração (CoL)	5	0.80	0.86
Confiança (ConF)	8	0.88	0.95
Interesse (InT)	10	0.80	0.96
Resolução de Problemas (ResoL)	20	0.80	0.94

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Considerando que um índice de validade de conteúdo aceitável de S-IVC/UA e S-IVC/AVE devem estar entre 0,8 e 0,9 ou superior, respectivamente (Yusoff, 2019), podemos analisar que os resultados resumidos na Tabela 2 revelam um excelente grau de concordância entre os avaliadores. Isso significa que os avaliadores consideraram o conteúdo, linguagem e ilustrações acessíveis ao entendimento de alunos do Ensino Fundamental – anos finais .

Apenas o índice S-IVC/UA do construto Criatividade (CriaT) destacado na cor vermelha na Tabela 2 apresentou valor abaixo do recomendado por (Yusoff, 2019). Contudo, optamos pela permanência do construto devido a pequena diferença em relação ao valor recomendado que é de 0,80 e por ter apresentado o valor de 0.96 no índice S-IVC/AVE.

4.2 Consistência interna do instrumento.

O questionário MFAAE inicialmente apresentou o coeficiente alfa de Cronbach de 0,638, enquanto o questionário denominado CRMTE apresentou 0,749. De acordo com Streiner (2003); Balbinotti (2008); Cronbach (1951) e Landis & Koch (1977) estes valores são indicativos de uma consistência interna satisfatória e substancial.

Para verificar o impacto de cada item, o alfa de Cronbach foi aplicado ao instrumento considerando a remoção de cada item. As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados do cálculo do coeficiente para cada item caso o mesmo fosse excluído, para os questionários MFAAE e CRMTE, respectivamente.

Uma nova análise foi realizada sem o item InT10. A análise demonstrou um valor de alfa de 0.639. Analisando novamente os resultados do cálculo do coeficiente para cada item caso o mesmo fosse excluído, foi identificado que os itens ConF2, ConF4, ConF5, InT2, InT4, InT6, InT7 e InT8 possuíam valores acima de 0.639, sendo necessária a exclusão destes itens. Com base nisso, decidimos por excluir os itens e realizar uma nova análise.

Após a exclusão dos itens, foi obtido um valor de alfa de 0,772. Durante a terceira análise, identificou-se que os itens ConF6, ConF7 e ConF8 possuíam valores acima de 0,772, indicando a necessidade de removê-los. Com base nessa constatação, decidimos excluir esses itens e realizar uma nova análise. Após essa última rodada, o valor de alfa aumentou para 0,819. A Tabela 5 mostra que nenhum dos itens está prejudicando significativamente a consistência interna do instrumento. Por meio dessas modificações, alcançamos uma melhoria na consistência interna do instrumento, indicando uma maior confiabilidade dos resultados obtidos.

Após a exclusão dos itens, o alfa de Cronbach para o questionário MFAAE passou para 0,824, um índice que de acordo com Landis & Koch (1977) está no nível quase perfeito. Observando o cenário estabelecido na Tabela 5 percebe-se que não há mais alternativa de incremento do Alfa a partir da exclusão de itens da escala, pois nenhum dos itens é superior ao Alfa total do questionário MFAAE.

Diferente dos resultados apresentados com relação ao questionário MFAAE, os resultados do questionário CRMTE (Tabela 4) demonstram que nenhum dos itens prejudica o alfa de Cronbach, sendo que todos mantêm o valor do coeficiente alto. Em virtude disso, neste momento, não se recomenda a exclusão de nenhum item. Logo nenhum dos itens está prejudicando significativamente a consistência interna do instrumento.

Tabela 3: Alfa de Cronbach se o item for excluído questionário MFAAE

Item	Alfa de Cronbach se o item for excluído
CoL1	0.594
CoL2	0.607
CoL3	0.597
CoL4	0.587
CoL5	0.581
CriaT1	0.611
CriaT2	0.587
CriaT3	0.592
CriaT4	0.580
ConF1	0.612
ConF2	0.622
ConF3	0.622
ConF4	0.627
ConF5	0.634
ConF6	0.608
ConF7	0.618
ConF8	0.618
InT1	0.622
InT2	0.627
InT3	0.626
InT4	0.634
InT5	0.625
InT6	0.635
InT7	0.629
InT8	0.629
InT9	0.621
InT10	0.639

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Tabela 4: Alfa de Cronbach se o item for excluído questionário CRMTE

Item	Alfa de Cronbach se o item for excluído
ResoL1	0.685
ResoL2	0.690
ResoL3	0.695
ResoL4	0.681
ResoL5	0.687
ResoL6	0.673
ResoL7	0.690
ResoL8	0.691
ResoL9	0.687
ResoL10	0.687
ResoL11	0.735
ResoL12	0.741
ResoL13	0.673
ResoL14	0.682
ResoL15	0.696
ResoL16	0.698
ResoL17	0.690
ResoL18	0.694
ResoL19	0.685
ResoL20	0.689

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Tabela 5: Alfa de Cronbach após remoções questionário MFAAE

Item	Alfa de Cronbach se o item for excluído
CoL1	0.811
CoL2	0.817
CoL3	0.811
CoL4	0.809
CoL5	0.813
CriaT1	0.819
CriaT2	0.813
CriaT3	0.814
CriaT4	0.803
ConF1	0.812
ConF3	0.815
ConF7	0.817
InT1	0.812
InT3	0.816
InT5	0.815
InT7	0.819
InT9	0.813

Fonte: Dados coletados pelo autor.

4.3 Validação de Construto

4.3.1 Questionário Minha Forma de Agir no Ambiente Escolar (MFAAE)

Após análise do conjunto de dados no Software estatístico SPSS, o índice de KMO encontrado foi de 0,836, ou seja, superior ao patamar crítico de 0,5, (Hutcheson & Sofroniou, 1999; Pereira, 1999). O teste de Bartlett foi altamente significativo ($\chi^2 = 1263,620$, $gl = 136$, $Sig = <,001$). Estes dados reforçam que o instrumento é adequado e os dados se ajustam para a análise fatorial (Tabachnick, 2007).

Utilizando-se do método de Análise dos Componentes Principais, é possível perceber que quatro fatores explicam 54,42% da variabilidade total. Estes fatores podem ser verificados na segunda coluna da Tabela 6 destacados em vermelho. Foram escolhidos os quatro primeiros, pois são aqueles que apresentam valores superiores a 1 (“corte na raiz” ou critério de Kaiser). Sobre as cargas fatoriais foi aplicada a rotação Varimax, com propósito de facilitar a visualização da importância dos fatores. Esse resultado confirma os quatro fatores definidos em teoria na primeira versão do instrumento (CriaT, CoL, InT e ConF).

Tabela 6: Análise dos Componentes Principais, variância total explicada - Questionário MFAAE

Componente	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	4.514	26.554	26.554	4.514	26.554	26.554
2	2.382	14.011	40.565	2.382	14.011	40.565
3	1.239	7.287	47.851	1.239	7.287	47.851
4	1.116	6.566	54.417	1.116	6.566	54.417

Fonte: Dados coletados pelo autor.

O teste do scree plot ou teste de Cattell (Cattell, 1966) consiste na observação do gráfico dos autovalores, no qual é apresentado o número de dimensões (eixo x) e seus autovalores correspondentes (eixo y, ver Figura 2). Por meio da análise do gráfico, é possível observar quais fatores apresentam maiores autovalores, sendo, portanto, responsáveis por uma maior variância explicada. O objetivo é encontrar o ponto (comumente chamado de cotovelo) onde os autovalores apresentam uma tendência decrescente linear (Reise et al., 2000). O gráfico scree plot apresentado na figura 2 torna claro que é correto considerar quatro fatores, visto que o corte sempre ocorre quando a linha sofre uma tendência decrescente linear.

Através da Tabela matriz de componentes rotacionados (ver Tabela 7), foi possível reagrupar alguns itens e renomear aspectos dimensionados na fase inicial da pesquisa. Além disso, seguimos a orientação de Joseph Hair et al. (1998) em relação a considerar um item representativo de um fator, que indica carga fatorial mínima de 0,35 em amostras de pelo menos 250 respondentes que é o nosso caso. Na tabela 7 são apresentados os fatores, os itens e a carga fatorial a eles associados.

O item InT1 “Eu participaria voluntariamente de disciplinas adicionais de informática se me fosse dada a oportunidade.” foi removido do questionário final por ter sido designado a um componente com contexto diferente do que é proposto pelo item.

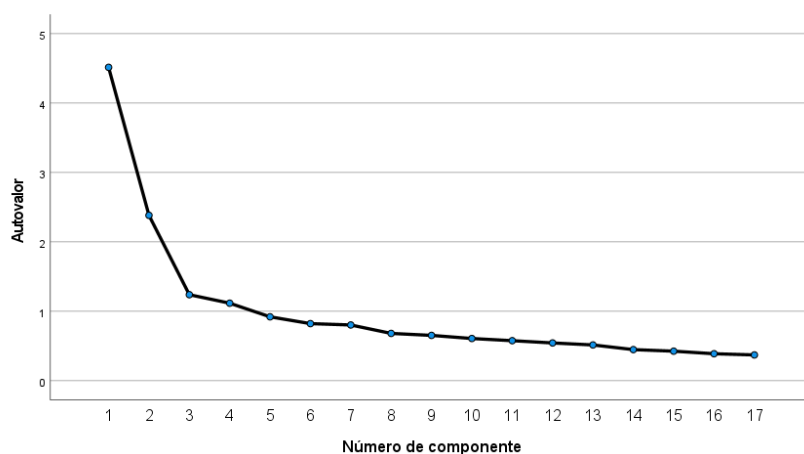


Figura 2: Gráfico de scree plot - Definição dos fatores da AFE - MFAAE

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Tabela 7: Tabela matriz de componentes rotacionados - Questionário Minha Forma de Agir no Ambiente Escolar

Item	Componente			
	1	2	3	4
CoL1				0.741
CoL2				0.785
CoL3	0.431			0.441
CoL4	0.551			0.418
CoL5	0.510			0.463
CriaT1	0.580			
CriaT2	0.725			
CriaT3	0.692			
CriaT4	0.768			
ConF1		0.612		
ConF3		0.634		
ConF7		0.663		
InT1		0.737		
InT3			0.582	
InT5			0.811	
InT7			0.728	
InT9			0.638	

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Com base nos resultados, decidimos por inserir os itens CoL1, CoL2 e CoL3 em conjunto com os itens do construto criatividade. Após isso, alteramos a nomenclatura para Comunicação e Criatividade (CoCr) que agora contém 7 itens. Os demais construtos agora estão dispostos da seguinte forma: Colaboração (CoL) 2 itens, Confiança em Computação (ConfComp) 3 itens e Interesse em Computação (IntComp) 4 itens. Este processo é descrito por Pasquali (2009) que destaca que o processo de estabelecimento de fatores é determinado não só pelo teste estatístico

mas também pelos pesquisadores através de sua Base teórica. A Tabela 8 demonstra a nova estrutura e nomenclatura de fatores (habilidades).

Tabela 8: Minha Forma de Agir no Ambiente Escolar após AFE

SIGLA	FATOR (HABILIDADE)	ITEM
CoL1	Colaboração	1 - Na escola, meus colegas e eu trabalhamos juntos para aprender coisas novas.
CoL2		2- Na escola, meus colegas e eu trabalhamos juntos para concluir tarefas.
CoCr1	Comunicação e Criatividade	3- Na escola, meus colegas e eu discutimos diferentes opiniões que temos sobre o que estamos aprendendo.
CoCr2		4- Na escola, meus colegas e eu conversamos sobre os assuntos que aprendemos.
CoCr3		5- Na escola, recebo comentários importantes de meus colegas sobre minhas tarefas.
CoCr4		6- Na escola, crio soluções diferentes para uma tarefa.
CoCr5		7- Na escola, sugiro novas maneiras de fazer as coisas.
CoCr6		8- Na escola, gero diversas novas ideias.
CoCr7		9- Na escola, crio ideias que são importantes.
ConFComp1		Confiança
ConFComp2	12- Eu posso aprender conceitos de informática.	
ConFComp3	16- Eu posso conseguir boas notas (5,0 ou mais) em disciplinas de informática.	
InTComp1	Interesse	20- Eu acho que a informática é interessante.
InTComp2		22- Eu gosto de usar a informática para resolver minhas tarefas.
InTComp3		24- O desafio de resolver minhas tarefas usando a informática me atrai.
InTComp4		26- Espero que meu futuro emprego exija o uso de conceitos de informática.

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

4.3.2 Questionário Como Resolvo Minhas Tarefas Escolares.

O índice de KMO encontrado foi de 0,793, ou seja, superior ao patamar crítico de 0,5 (Hutcheson & Sofroniou, 1999; Pereira, 1999). O teste de Bartlett foi altamente significativo ($\chi^2 = 918,982$, gl = 190, Sig = <,001), reforçando que o instrumento é adequado e os dados se ajustam para a análise fatorial.

Utilizando-se do método de Análise dos Componentes Principais é possível perceber que seis fatores conforme podem ser verificados na segunda coluna da Tabela 9 destacados em vermelho, explicam 51,62% da variabilidade total. A Figura 3 expõe a evidencia que é correto considerar seis fatores, visto que o corte sempre ocorre quando a linha sofre uma tendência decrescente linear.

Tabela 9: Análise dos Componentes Principais, variância total explicada - Questionário CRMFE

Componente	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	4.180	20.902	20.902	4.180	20.902	20.902
2	1.415	7.075	27.977	1.415	7.075	27.977
3	1.311	6.556	34.533	1.311	6.556	34.533
4	1.200	5.998	40.531	1.200	5.998	40.531
5	1.128	5.642	46.174	1.128	5.642	46.174
6	1.089	5.445	51.619	1.089	5.445	51.619

Fonte: Dados coletados pelo autor.

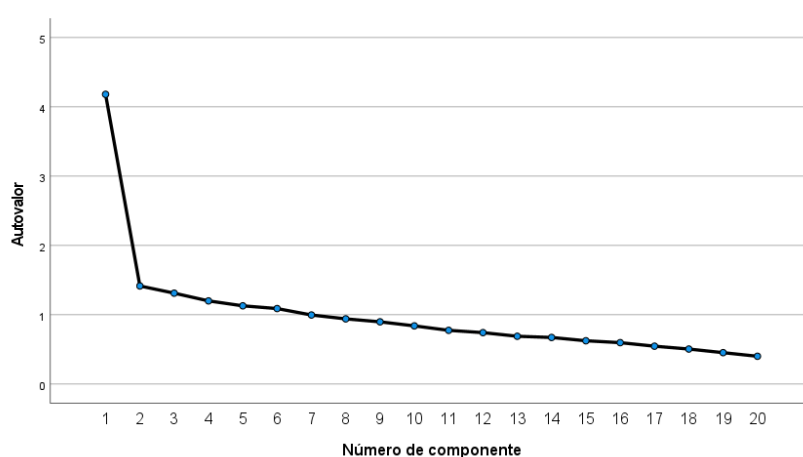


Figura 3: Gráfico de scree plot - Definição dos fatores da AFE - CRMTE

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Através da Tabela matriz de componentes rotacionados (ver Tabela 7)), foi possível seguir a orientação de Joseph Hair et al. (1998) em relação a considerar um item representativo de um fator, que indica carga fatorial mínima de 0,35 em amostras de pelo menos 250 respondentes, como é o caso neste trabalho. Como pode ser visto na Tabela 10, os itens ResoL3 e ResoL17 foram removidos do questionário final. Isso se justifica pelo fato desses itens não apresentarem índices em nenhum dos seis fatores propostos pela AFE. Além disso, também removemos o item ResoL11 por apresentar carga fatorial menor que 0,35 conforme orienta Joseph Hair et al. (1998).

Tabela 10: Tabela matriz de componentes rotacionados - Questionário CRMTE

itens	Componente					
	1	2	3	4	5	6
ResoL1		0.505				
ResoL2		0.745				
ResoL3						
ResoL4		0.628				
ResoL5		0.555				
ResoL6	0.664					
ResoL7			0.697			
ResoL8			0.645			
ResoL9					0.565	
ResoL10				0.511		
ResoL11				-0.763		
ResoL12	0.710					
ResoL13	0.407	0.413				
ResoL14	0.405				0.417	
ResoL15						0.722
ResoL16						0.806
ResoL17						
ResoL18					0.773	
ResoL19				0.459		
ResoL20	0.550					

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Como pode ser visto na Tabela 10, a AFE indicou seis fatores para o questionário CRMTE (representados pelas colunas). Foi realizada uma análise dos itens e os fatores relacionados na AFE. Após as remoções justificadas acima, o questionário passou a possuir cinco fatores. Ou seja, o instrumento avalia a resolução de problemas como um todo, mas está dividido em cinco fatores de resolução de problemas.

Desta forma, com intuito de detalhar o construto e auxiliar trabalhos futuros para uma análise mais detalhada sobre a habilidade de resolução de problemas, utilizamos a base teórica para nomear os fatores e agrupar seus respectivos itens de acordo com os dados da Tabela 10. Além disso, foi identificado que os itens ResoL10 e ResoL19 estavam designados a um fator com contexto diferente do que é proposto teoricamente pelos dois itens. Sendo assim, decidimos por eliminá-los do questionário. A Tabela 11 apresenta o questionário final do CRMTE dividido em cinco fatores após a AFE, contando com a alocação dos itens e nomenclatura dos fatores.

Como a proposta inicial é o desenvolvimento de um instrumento com dois questionários, sendo um unicamente para avaliar a habilidade de resolução de problemas e outro para avaliar as demais habilidades descritas neste trabalho, optamos por manter o questionário CRMTE avaliando apenas a habilidade de Resolução de Problemas como um todo.

Tabela 11: Como Resolvo Minhas Tarefas Escolares após AFE

Habilidade	Fatores	Itens
Resolução de Problemas	Etapas para resolver problemas	1 - Eu avalio cada etapa separadamente ao resolver uma tarefa.
		2- Eu avalio como resolver minhas tarefas através de etapas.
		4- Quando estou resolvendo tarefas difíceis, divido a solução em etapas.
		5- Acredito que terei melhores resultados se realizar as tarefas de forma planejada.
		13- Quando encontro um problema ao resolver uma tarefa, primeiro tento entender sua causa.
	Planejamento e Decisões para resolver problemas	6- Planejo o que precisa ser feito antes de começar uma tarefa.
		12- Eu penso em diferentes opções para decidir como resolver uma tarefa difícil.
		20- Quando recebo uma tarefa difícil, eu primeiro decido o que fazer.
	Confiança em resolver problemas	7- Eu sei que tudo tem uma certa ordem e uma certa lógica para funcionar.
		8- Acredito que tudo deve ser feito em uma ordem lógica.
	Tempo para resolução de problemas	15- Normalmente consigo terminar minhas tarefas a tempo.
		16- Acredito que posso resolver tarefas quando as vejo pela primeira vez.
	Pensamento para resolução de problemas	9- Quando encontro um problema ao resolver uma tarefa, tento usar soluções que funcionaram para mim no passado.
14- Posso pensar no que faz uma tarefa ser considerada difícil.		
18- Quando estou resolvendo uma tarefa difícil, consigo perceber se o passo anterior é correto.		

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

5 Conclusões e Trabalhos Futuros

Considerando o cenário de exigências em relação a empregabilidade atual, há uma importância na introdução do aprendizado de habilidades do século XXI na educação, e o ensino da computação pode oferecer uma preparação natural neste sentido. Uma disciplina da computação que se enquadra neste cenário é o Pensamento Computacional (P21, 2017). Apesar desta premissa, o número de instrumentos para a avaliação do aprendizado de habilidades do século XXI em português, dentro do contexto do ensino do PC no ensino fundamental, ainda é muito pequeno.

Estudos prospectivos são recomendados para melhorar a consistência interna e testar a validade do instrumento, podendo-se utilizar de amostras de diferentes níveis de escolaridade, regiões, relações entre idades e gênero e comparações entre ensino público e privado. Isso também pode possibilitar a análise mais detalhada das questões de validade do instrumento de coleta de dados. Além disso, pode-se analisar a inclusão de uma ou mais habilidades do século XXI.

Como limitações deste trabalho, podemos destacar a falta de uma reprodutibilidade utilizando o método teste-reteste pode ser considerada uma limitação neste trabalho, já que ela busca mostrar a estabilidade nas respostas. Uma vez que as respostas dadas às questões foram iguais ou semelhantes na entrevista seguinte, mais confiabilidade terá o instrumento. Devido ao curto

tempo proveniente da Pandemia de Covid-19, não foi possível aplicar o método teste-reteste neste trabalho.

Além disso, outra limitação pode ser configurada durante o processo de construção deste instrumento. Justamente pelo fato deste processo envolver decisões que representam a visão e contextualização específica dos pesquisadores envolvidos, minimizamos esta limitação através de diversas reuniões, com base nos resultados da validação aparente, teste piloto e validação de conteúdo.

Estudos prospectivos são recomendados para melhorar a consistência interna e testar a validade do instrumento, podendo-se utilizar de amostras de diferentes níveis de escolaridade, regiões, relações entre idades e gênero e comparações entre ensino público e privado. Isso também pode possibilitar a análise mais detalhada das questões de validade do instrumento de coleta de dados. Além disso, pode-se analisar a inclusão de uma ou mais habilidades do século XXI.

A fim de auxiliar em futuros estudos, o arquivo contendo a primeira versão do instrumento, no qual as questões eliminadas estão incluídas, está disponível no Google Drive em formato PDF⁵. Neste mesmo link, você encontrará o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), bem como a versão final do instrumento, dividido em dois questionários, juntamente com as questões e suas respectivas adaptações.

Outros trabalhos podem aplicar e avaliar este instrumento em novos contextos como a aplicação em escolas privadas e comparar com escolas públicas. Além do mais, pode-se verificar a possibilidade da aplicação do método teste-reteste que pode apresentar mais confiabilidade a este instrumento. Ainda pode ser considerado como trabalho futuro a realização de uma Análise Fatorial Confirmatória que irá reforçar a força fatorial deste instrumento.

Referências

- Balbinotti, M. L. L., Marcos Alencar Abaide e Barbosa (2008, 08). Análise da consistência interna e fatorial confirmatório do imprafe-126 com praticantes de atividades físicas gaúchos. *PsicoUSF*, 13, 1 - 12. [GS Search]
- Beeckman, D., Vanderwee, K., Demarré, L., Paquay, L., Hecke, A., & Defloor, T. (2009, 09). Pressure ulcer prevention: Development and psychometric validation of a knowledge assessment instrument. *International journal of nursing studies*, 47, 399-410. doi: [10.1016/j.ijnurstu.2009.08.010](https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2009.08.010) [GS Search]
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. , 17-66. doi: [10.1007/978-94-007-2324-5_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2) [GS Search]
- BNCC (2018). Base nacional comum curricular (bncc).. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. [acessado em 07/07/2022]
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *In aera 2012*. [GS Search]

⁵<https://drive.google.com/file/d/1tKa8vQFAPi65x1CnoTlJx5ldvuFQqslI/view?usp=sharing>

- Castle, A. (2006, 05). Assessment of the critical thinking skills of student radiographers. *Radiography*, 12, 88-95. doi: [10.1016/j.radi.2005.03.004](https://doi.org/10.1016/j.radi.2005.03.004) [GS Search]
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245-276. doi: [10.1207/s15327906mbr0102_10](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10) [GS Search]
- Chai, C., Deng, F., Tsai, P., Koh, J., & Tsai, C. (2015, sep 13). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, 16(3), 389–398. doi: [10.1007/s12564-015-9379-4](https://doi.org/10.1007/s12564-015-9379-4) [GS Search]
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017, 03). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi: [10.1016/j.compedu.2017.03.001](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001) [GS Search]
- Claro, M., Preiss, D., San Martin, E., Jara, I., Hinostroza, J., Valenzuela, S., ... Nussbaum, M. (2012, 11). Assessment of 21st century ict skills in chile: Test design and results from high school level students. *Computers & Education*, 59, 1042–1053. doi: [10.1016/j.compedu.2012.04.004](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.004) [GS Search]
- Connolly, T., Boyle, E., Macarthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. (2012, 09). A systemic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers and Education*, 59, 661 – 686. doi: [10.1016/j.compedu.2012.03.004](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004) [GS Search]
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334. [GS Search]
- CSTA (2016).
In *Csta-12 computer science standards: Revised 2016*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. [GS Search]
- CSTA (2017).
In *Csta k–12 computer science standards: Revised 2017*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. [GS Search]
- Curzon, P., Bell, T., Waite, J., Dorling, M., Fincher, S., & Robins, A. (2019, 02). Computational thinking. In *The cambridge handbook of computing education research* (p. 513-546). Cambridge University Press. doi: [10.1017/9781108654555.018](https://doi.org/10.1017/9781108654555.018) [GS Search]
- Denning, P. (2009, 06). The profession of it beyond computational thinking. *Commun. ACM*, 52, 28-30. doi: [10.1145/1516046.1516054](https://doi.org/10.1145/1516046.1516054) [GS Search]
- Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Commun. ACM*, 60, 33–39. doi: [10.1145/2998438](https://doi.org/10.1145/2998438) [GS Search]
- DeWilde, J. (2020). 21st-century skills in the art classroom.. Disponível em: <https://theartofeducation.edu/2019/08/28/21st-century-skills-in-the-art-classroom/>. Acesso em: 17 fevereiro 2022. [GS Search]
- Dziuban, C. D., & Shirkey, E. C. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81, 358-361. [GS Search]

- Figueiredo, D., & Júnior, J. (2010, 06). Visão além do alcance: Uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública*, 16, 160-185. doi: [10.1590/S0104-62762010000100007](https://doi.org/10.1590/S0104-62762010000100007) [GS Search]
- Floyd, F. J., & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. *Psychological Assessment*, 7, 286-299. [GS Search]
- Greve, B. (2019). The digital economy and the future of european welfare states. *International Social Security Review*, 72(3), 79–94. doi: [10.1111/issr.12214](https://doi.org/10.1111/issr.12214) [GS Search]
- Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in k-12 education. *FIE*. [GS Search]
- Hodge, K. A., & Lear, J. L. (2011). Employment skills for 21st century workplace: The gap between faculty and student perceptions. *Journal of Career and Technical Education*, 26, 28-41. [GS Search]
- Hoegh, A., & Moskal, B. M. (2009). Examining science and engineering students' attitudes toward computer science. In *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference* (p. 1-6). doi: [10.1109/FIE.2009.5350836](https://doi.org/10.1109/FIE.2009.5350836) [GS Search]
- Hutcheson, G. D., & Sofroniou, N. (1999). *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models*. United Kingdom: Sage Publications Ltd. [GS Search]
- Jaquith, D. B., & Hathaway, N. E. (2013). The learner-directed classroom: Developing creative thinking skills through art.. [GS Search]
- Johnson, R., & Wichern, D. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. Pearson Prentice Hall. Retrieved from <https://books.google.com.br/books?id=gFWcQgAACAAJ> [GS Search]
- Joseph Hair, W. C., J. B., Anderson, & Tatham, R. (1998). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Prentice Hall. [GS Search]
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187-200. [GS Search]
- Kanti Mardia, J. B., J. Kent (1979). *Multivariate analysis*. London: Academic Press. [GS Search]
- Korkmaz, O., Cakir, R., & Ozden, M. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (cts). *Computers in Human Behavior*, 72. doi: [10.1016/j.chb.2017.01.005](https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005) [GS Search]
- Kucuk, S., & Sisman, B. (2017, 04). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111. doi: [10.1016/j.compedu.2017.04.002](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002) [GS Search]
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 1, 159-74. [GS Search]
- Lau, W. W., & Yuen, A. H. (2014). Developing and validating of a perceived ict literacy scale for junior secondary school students: Pedagogical and educational contributions. *Computers & Education*, 78, 1-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.016> [GS Search]

- Lee, K., Tsai, P.-S., Chai, C., & Koh, J. (2014, October). Students' perceptions of self-directed learning and collaborative learning with and without technology. *J. Comp. Assist. Learn.*, 30(5), 425–437. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/jcal.12055> doi: 10.1111/jcal.12055 [GS Search]
- Li, M.-C., & Tsai, C.-C. (2013, December). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877–898. [GS Search]
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M., & Kiers, H. (2011). The hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, 46(2), 340–364. doi: 10.1080/00273171.2011.564527 [GS Search]
- Malmi, L., Utting, I., & Ko, A. J. (2019). Tools and environments. In *The cambridge handbook of computing education research* (p. 639–662). Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781108654555.022 [GS Search]
- Matos, D., & Castilho Rodrigues, E. (2019). *Análise fatorial*. [GS Search]
- Mioto, F., Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., Borgatto, A., & Pacheco, L. (2019, 01). bases21 - um modelo para a autoavaliação de habilidades do século xxi no contexto do ensino de computação na educação básica. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27, 26. doi: 10.5753/rbie.2019.27.01.26 [GS Search]
- P21 (2017). Framework for 21st century learning definitions.. Disponível em: <http://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources..> Acesso em: 17 fevereiro 2022. [GS Search]
- Pacheco, L., Degering, L., Mioto, F., Gresse von Wangenheim, C., Borgato, A., & Petri, G. (2020, 01). Improvements in bases21: 21st-century skills assessment model to k12. In (p. 297-307). doi: 10.5220/0009581702970307 [GS Search]
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. USA: Basic Books, Inc. [GS Search]
- Pasquali, L. (1999). *Análise fatorial: um manual teórico-prático*. Editora UnB. [GS Search]
- Pasquali, L. (2009, Dec.). Psychometrics. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 43(spe), 992-999. Retrieved from <https://www.revistas.usp.br/reeusp/article/view/40416> doi: 10.1590/S0080-62342009000500002 [GS Search]
- Pereira, J. C. R. (1999). *Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais*. São Paulo: EDUSP. [GS Search]
- Piniuta, I. (2019). Technology based activities to develop 21st century skills in the foreign language classroom. In *Proceedings of the 2019 8th international conference on educational and information technology* (p. 79–85). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. doi: 10.1145/3318396.3318404 [GS Search]

- Psycharis, S., & Kallia, M. (2017, 10). New paper "the effects of computer programming on high school students' reasoning skills, and self-efficacy and problem solving in mathematics". *Instructional Science*, 45, 583–602. doi: [10.1007/s11251-017-9421-5](https://doi.org/10.1007/s11251-017-9421-5) [GS Search]
- Reise, S. P., Waller, N. G., & Comrey, A. L. (2000). Factor analysis and scale revision. *Psychological assessment*, 12 3, 287-97. [GS Search]
- Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly*, 75(4), 453-465. doi: [10.1177/1080569912460400](https://doi.org/10.1177/1080569912460400) [GS Search]
- Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316-327. [GS Search]
- Rotherham, A., & Willingham, D. (2011). 21st-century" skills. not new, but a worthy challenge. *American Educator*, 17-20. Retrieved from <https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/RotherhamWillingham.pdf> [GS Search]
- Sáez-López, J.-M., Sevillano-García, M., & Vázquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mbot. *Educational Technology Research and Development*, 1-21. [GS Search]
- Scott, C. L. (2015). The futures of learning 3 : what kind of pedagogies for the 21st century? In *Education research and foresight working papers*. UNESDOC Digital Library. [GS Search]
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. University of Southampton (E-prints). [GS Search]
- Shackelford, R., McGettrick, A., Sloan, R., Topi, H., Davies, G., Kamali, R., ... Lunt, B. (2006). Computing curricula 2005: The overview report. *SIGCSE Bull.*, 38, 456–457. doi: [10.1145/1124706.1121482](https://doi.org/10.1145/1124706.1121482) [GS Search]
- Sime, M., Arblaster, A. T., & Green, T. (1977). Structuring the programmer's task. *Journal of occupational psychology*, 50, 205-216. [GS Search]
- Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Comput. Educ.*, 112, 97-107. [GS Search]
- Streiner, D. L. (2003). Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80, 103 - 99. [GS Search]
- Tabachnick, L., B.; Fidell (2007). *c*. United States: Allyn & Bacon. [GS Search]
- Tan, J. P.-L., Choo, S. S., Kang, T., & Liem, G. A. D. (2017). Educating for twenty-first century competencies and future-ready learners: research perspectives from singapore. *Asia Pacific Journal of Education*, 37(4), 425-436. doi: [10.1080/02188791.2017.1405475](https://doi.org/10.1080/02188791.2017.1405475) [GS Search]
- Terwee, C., Bot, S., Boer, M., van der Windt, D., Knol, D., Dekker, J., ... De Vet, H. (2007, 02). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of clinical epidemiology*, 60, 34-42. [GS Search]

- Thorndike, R. M. (1995). Book review : Psychometric theory (3rd ed.) by jum nunnally and ira bernstein new york: Mcgraw-hill, 1994, xxiv + 752 pp. *Applied Psychological Measurement*, 19(3), 303-305. [GS Search]
- Torres, G., & da Hora, H. (2014). *Pesquisa em saúde pública: Como desenvolver e validar instrumentos de coleta de dados*. Appris. [GS Search]
- van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563217301590> doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010> [GS Search]
- Vasil, M., Weiss, L., & Powell, B. (2019). Popular music pedagogies: An approach to teaching 21st-century skills. *Journal of Music Teacher Education*, 28(3), 85-95. doi: [10.1177/1057083718814454](https://doi.org/10.1177/1057083718814454) [GS Search]
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321. doi: [10.1080/00220272.2012.668938](https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938) [GS Search]
- Weinberg, S. (1971). Entropy Generation and the Survival of Protogalaxies in an Expanding Universe. *The Astrophysical Journal*, 168, 175. doi: [10.1086/151073](https://doi.org/10.1086/151073) [GS Search]
- Welch, D., & McDowall, J. (2010). A comparison of creative strategies in teaching undergraduate students in the visual arts and design. *ACUADS*. [GS Search]
- Werner, L., Denner, J., & Campe, S. (2014). Using computer game programming to teach computational thinking skills. In *Learning, education and games* (p. 37–53). ETC Press. [GS Search]
- Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). The fairy performance assessment: Measuring computational thinking in middle school. In *Proceedings of the 43rd acm technical symposium on computer science education* (p. 215–220). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. doi: [10.1145/2157136.2157200](https://doi.org/10.1145/2157136.2157200) [GS Search]
- Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 366, 3717-25. doi: [10.1098/rsta.2008.0118](https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118) [GS Search]
- Wing, J. (2017, November). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7–14. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/183466> [GS Search]
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3), 33–35. [GS Search]
- Yağcı, M. (2019). A valid and reliable tool for examining computational thinking skills. *Education and Information Technologies*, 24, 929–951. [GS Search]
- Yusoff, M. S. B. (2019, 06). Abc of content validation and content validity index calculation. *Education in Medicine Journal*, 11, 49-54. doi: [10.21315/eimj2019.11.2.6](https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.2.6) [GS Search]