

CONSTRUÇÃO E USO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: um olhar a partir da dimensão socioafetiva

Fatima Weber Rosas
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patricia Alejandra Behar
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma Arquitetura Pedagógica (AP) para cursos e oficinas dedicados à construção e uso de instrumentos musicais digitais (IMDs) por estudantes. Para a investigação adotou-se como metodologia um estudo de casos múltiplos que foi aplicado com adolescentes de escolas públicas brasileiras. Dentre os resultados, são apresentados aspectos socioafetivos que podem ser fomentados a partir da aplicação desta AP. Além destes, são mostrados instrumentos musicais digitais construídos e utilizados pelos alunos. Também se constatou que APs a exemplo desta, juntamente com práticas pedagógicas motivadoras podem fomentar a motivação, o engajamento, promover a colaboração e influenciar os estados de ânimo dos estudantes.

Palavras-chave: Arquiteturas pedagógicas, instrumentos musicais digitais, aspectos socioafetivos.

Abstract

This article aims to present a Pedagogical Architecture (PA) for courses and workshops dedicated to the construction and use of digital musical instruments (DMIs) by students. For the investigation, a multi-case study that was applied to adolescents of Brazilian public schools was adopted as a methodology. Among the results, the socio-affective aspects that can be fomented from the application of this PA are presented. In addition to these, digital musical instruments constructed and used by students are shown. It has also been found that PAs such as this one, together with motivational pedagogical practices can foster motivation, engagement, promote collaboration and influence students' mood states.

Keywords: Pedagogical architecture, digital musical instruments, socio-affective aspects.

Introdução

Entende-se que o processo de ensino e aprendizagem é interdisciplinar e significativo, numa perspectiva que leva em conta tanto a dimensão cognitiva quanto a afetiva e a social do sujeito. No atual contexto da sociedade da informação, marcada pelo avanço das tecnologias da informação e comunicação (TIC), são visíveis as transformações pelas quais a mesma passa, trazendo fortes impactos na vida das pessoas, especialmente dos adolescentes. Tais repercussões têm influenciado a sua forma de socialização, seu engajamento na escola, sua relação com o trabalho, sua afetividade, seu modo de vida e seus pensamentos.

Diante deste panorama, faz-se urgente a criação de espaços educacionais interdisciplinares que integrem as tecnologias digitais, tão familiares ao público adolescente. Um exemplo são os projetos voltados para a construção de interfaces físico-interativas. Dentre estas, têm-se os Instrumentos Musicais Digitais (IMDs) ou instalações interativas no domínio musical (Morreale et al., 2015, p.467-468). Entende-se que o desenvolvimento desse tipo de instrumento dedicado à expressividade musical e/ou sonora pode estar em consonância com os quatro pilares da educação pós-moderna propostos pela *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization* (UNESCO). São eles: ‘aprender a conhecer’, ‘aprender a fazer’, ‘aprender a conviver e ‘aprender a ser’ (Delors, 2010, p.31). Esses quatro pilares estão interligados e devem ser considerados de igual importância, caracterizando uma Educação que contempla o indivíduo em todas as suas dimensões: cognitiva, social e afetiva. Sendo assim, este trabalho apresenta um estudo sobre como a construção e uso de instrumentos musicais digitais com estudantes adolescentes pode suscitar aspectos socioafetivos, além dos cognitivos, tais como o engajamento, a motivação, os estados de ânimo, a colaboração.

Estudos de autores tais como Qahri-Saremi e Turel (2016, p.68) e Wang & Peck, (2013, p.1266) conceituam o engajamento escolar como um envolvimento ou uma energia dirigida numa ação continuada, percebida durante as interações dos alunos em atividades ou em ambientes de aprendizagem. Este conceito envolve o comportamento, a emoção e a cognição. Para os autores, essas três dimensões ajudam a entender como os estudantes agem, sentem e pensam e, conseqüentemente, a possibilidade de sua influência no rendimento escolar. Para Stroet et al. (2013, p.68) o ato de engajar-se está interligado com a motivação e é considerado um importante fenômeno que pode ser medido ou observado, sendo uma externalização da motivação. A intensidade e a qualidade da aprendizagem dependem destes dois aspectos afetivos. Estudantes desmotivados apresentam baixo desempenho escolar, não participam das aulas, distraem-se facilmente, estudam pouco ou nada, se distanciando do processo de aprendizagem. Por outro lado, um estudante motivado mostra-se envolvido de forma ativa no processo de aprendizagem, demonstrando esforço, persistência e entusiasmo na execução das tarefas (Qahri-Saremi e Turel, 2016, p.66).

Entretanto, infelizmente a educação pública no Brasil, na maneira que está estruturada, nem sempre consegue atingir qualitativamente o público adolescente. Este fato é evidenciado através de programas, tais como o *Programme International Student Assessment* (PISA) promovido pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD)¹. Conforme o resumo dos resultados nacionais do PISA realizado no ano de 2015, o

desempenho dos alunos brasileiros está abaixo da média dos alunos dos países da OECD. Os altos índices de repetência escolar estão ligados ao abandono e ao baixo rendimento dos estudantes nestes exames. Uma das causas disso são os altos níveis de desigualdade social na escola. (OECD/RESUMO DE RESULTADOS NACIONAIS DO PISA 2015, p.1-2).

Contudo, a falta de motivação e de interesse não ocorrem somente no Brasil. Conforme os resultados do (PISA, 2015) em relação ao estudo de ciências, o interesse e a motivação dos estudantes tem diminuído do ensino fundamental para o ensino médio. Nesta avaliação, participaram cerca de 70 países, inclusive o Brasil. Os estudantes tiveram duas horas para responder a questões de ciências, leitura, matemática e resolução colaborativa de problemas. Conforme sustenta esse programa, a motivação pode ser considerada como uma força motriz por trás do engajamento. Dessa forma, não basta apenas garantir que os alunos tenham o conhecimento básico necessário para se envolver com questões científicas complexas, mas também tenham o interesse e a motivação necessários para o ‘querer fazer’. (OECD/PISA, Vol. I, 2016, p.121).

Além da área de Ciências, estudos de Morais et al. (2017) demonstram que na Educação Matemática os professores também têm encontrado dificuldade para promover o engajamento dos estudantes brasileiros no processo de ensino e aprendizagem. Este fato se evidencia através do baixo rendimento dos alunos em avaliações realizadas tais como o PISA, o Indicador de Analfabetismo Funcional (INAF), o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e a Prova Brasil (Morais, et al., 2017, p.456).

De forma semelhante aos resultados do PISA de 2015, estudos da fundação *Collaborative for Academic, Social and Emotional Learning* (CASEL, 2015)² sustentam que, quando o processo de aprendizagem engloba a dimensão socioafetiva do estudante, ocorre uma facilitação na construção do conhecimento. Além disso, competências sociais e emocionais necessárias são desenvolvidas, levando o estudante ao entendimento e ao gerenciamento das suas emoções. Tal gerenciamento também contribui no alcance de objetivos, no estabelecimento de relacionamentos positivos e na tomada de decisão (COLLABORATIVE FOR ACADEMIC, SOCIAL AND EMOTIONAL LEARNING - CASEL, 2015, p.3).

Diante desta realidade, entende-se que as instituições de ensino precisam interpretar urgentemente os anseios e interesses dos adolescentes se quiserem motivá-los no processo de ensino e aprendizagem, reformulando seus currículos fragmentados e lineares, implantando arquiteturas pedagógicas (AP) inovadoras, conforme o atual perfil dos estudantes. Para Silva (2017, p.700), é primordial a customização do currículo escolar, de forma que este seja ajustável aos diferentes interesses e preferências dos estudantes, onde eles próprios possam escolher o seu percurso formativo. Conforme Behar (2009, p.25), uma AP consiste numa estrutura multidimensional fundamentada em um modelo pedagógico que elucidada e direciona como efetivar o currículo.

Com base nessas premissas, Blikstein (2010, p.6) sustenta que, comumente aspectos cognitivos e socioafetivos tais como a motivação são observados em projetos voltados para a construção de interfaces tangíveis pelos próprios alunos. Um exemplo é o desenvolvimento de instrumentos musicais digitais (IMDs) pelos estudantes. Este tipo de objeto integra

microprocessador, programação e eletrônica. Autores tais como Blikstein (2010, p.6), Blikstein (2015, p.24), Harriman (2015, p.70) e Sawyer et al. (2013, p.5), concordam entre si que este tipo de projeto é instigador e motivador da aprendizagem.

Diante destas constatações, o presente artigo apresenta uma arquitetura pedagógica (AP) voltada para a construção e uso de instrumentos musicais digitais (IMDs) por adolescentes. Supõe-se que um espaço educacional devidamente fundamentado numa AP, a exemplo desta, junto a práticas pedagógicas motivadoras possa contribuir na formação de indivíduos motivados e engajados. Neste estudo essas práticas são aquelas que incluem os interesses e o perfil dos estudantes, de forma a priorizar as interações sociais entre os alunos e destes com o professor, maximizando as chances de uma aprendizagem por descoberta. Tal aprendizagem se refere a situações-problema propostos aos alunos para que encontrem soluções durante a construção dos seus IMDs.

A Arquitetura Pedagógica para a construção e uso de instrumentos musicais digitais (IMDs) foi aplicada em um estudo de casos múltiplos em duas escolas públicas brasileiras situadas na região Sul do Brasil. Sendo assim, este trabalho apresenta seis seções. São elas: (1) introdução, (2) construção e uso de instrumentos musicais digitais (IMDs) no contexto educacional e sua relação com os aspectos socioafetivos, (3) descrição de uma arquitetura pedagógica voltada a construção e uso de IMDs, (4) resultados da aplicação dessa AP em um estudo de casos múltiplos, (5) considerações finais e (6) referências.

Construção e uso de Instrumentos Musicais Digitais no contexto educacional

Instrumentos musicais digitais (IMDs) neste estudo, referem-se a interfaces físicas tangíveis controladas por gestos das mãos ou do corpo que enviam sinais de controle a algoritmos em um computador ou em sintetizadores para a expressão sonora ou musical. (Wanderley, 2010, p.70-71). O autor, ao tratar de projetos para a utilização desses instrumentos, salienta que, diferentemente dos instrumentos musicais acústicos, os IMDs não possuem interfaces que vibram, mas sim algoritmos em um computador. Além de sons, estes instrumentos podem gerar ou controlar outros tipos de sinais além dos sonoros, como por exemplo, vibrações mecânicas ou até mesmo sinais visuais. Estes objetos referem-se a uma geração moderna de instrumentos musicais eletrônicos, caracterizando-se pela presença de processamento de sinal digital e pela interface separada da fonte sonora que é controlada por gestos do usuário.

Um exemplo desse tipo de instrumento é o *Artiphon*³. Este foi criado por Michael V. Butera e Jack Jenkins em 2014. O *Artiphon* é um dispositivo inspirado em instrumentos acústicos. Através dele o instrumentista obtém diferentes timbres, tais como o de violino, guitarra, piano, percussão e contrabaixo. Devido a isso, ele também é chamado de ‘multi-instrumento’.

Outros exemplos são o *Guitar Hero*⁴ e o *Rock Band*⁵, ambos desenvolvidos pelo *Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab* (Machover, 2011, p.399).

No Brasil, junto à Universidade Federal de Pernambuco, Calegario et al. (2017, p.66) desenvolveram o IMD Pandivá⁶. Este foi construído baseado num método especialmente

criado pelos autores para o desenvolvimento dessas interfaces chamado Probatio. A finalidade do Probatio é facilitar o processo de design e construção de protótipos desses instrumentos, reduzindo o tempo entre uma nova ideia e a construção do protótipo relacionado à mesma. A exploração de novas ideias a fim de transformá-las em protótipos funcionais é uma parte importante do processo deste tipo de projeto. Desta forma, para um protótipo ser devidamente avaliado, ele precisa ser tocado, isto é, ele necessita ser funcional e apresentar uma reação a partir de movimentos em tempo real realizados pelos usuários (Calegario et. al., 2017, p.63).

No contexto educacional, Sawyer et al. (2013, p.1) são favoráveis à realização de cursos ou oficinas que incentivam o desenvolvimento de IMDs pelos estudantes. A partir da construção desse tipo de instrumento, os autores mencionam o sucesso no desenvolvimento de competências nas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, conhecidas pela sigla ‘STEM’. Estas são desenvolvidas durante cursos em forma de acampamento de verão, chamados MAKers. Estes ocorrem junto ao *Institute for Creativity, Arts, and Technology* (ICAT) da *University VirginiaTech* nos Estados Unidos. Conforme Sawyer et al. (2013, p.5), estes cursos têm a duração de 5 dias e combinam conteúdo das áreas de robótica, engenharia e música. O objetivo principal dos MAKers é incentivar a criatividade e a curiosidade a partir do design e construção de instrumentos musicais digitais abrangendo sensores, circuitos, robótica, prototipagem rápida e software. A cada verão, pesquisadores e estudantes de pós-graduação recebem cerca de 30 estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Em concordância com Sawyer et. al. (2013), Harriman (2105, p.70) também é favorável à aplicação de oficinas e cursos para projetar e construir IMDs. Conforme atesta o autor, este é um contexto promissor para envolver as crianças em design de tecnologia, junto a uma perspectiva de aprendizagem ‘*hands-on*’⁷.

Para Calegario et. al. (2017, p.63), na próxima década haverá um crescimento considerável de programação de artefatos interativos físicos, tais como os IMDs. Muitas ferramentas e abordagens utilizadas na robótica, tais como aquelas voltadas ao desenvolvimento de competências STEM são utilizadas também na criação de IMDs (Harriman, 2015, p.72).

Além do desenvolvimento de competências⁸, a construção e uso de IMDs pode auxiliar no fomento de aspectos socioafetivos de estudantes. Tais aspectos englobam a dimensão afetiva e social do sujeito. A primeira é também chamada de afetividade. Neste estudo se é favorável ao conceito de afetividade sustentado por (Longhi, 2011) e (Scherer, 2005). Esta inclui as emoções os sentimentos, os estados de ânimo, a motivação, o interesse, dentre outros. Além disto, autores tais como Stroet et al. (2013) e Qahri-SaremI e Turel (2016) compreendem o engajamento também como um fenômeno afetivo. Em concordância com esses autores, acredita-se que os estados de ânimo⁹ estão interligados com a motivação e com o engajamento.

A segunda dimensão, a social, nesta pesquisa baseia-se na perspectiva piagetiana e alude às trocas interpessoais ou interações sociais que ocorrem entre os sujeitos, incluindo a sua capacidade de colaborar/cooperar e trabalhar em equipe. A cooperação é processual e é um

requisito fundamental para o desenvolvimento cognitivo e moral que ocorre durante a crescente socialização da criança. Esta é construída a partir das interações estabelecidas entre os sujeitos, também conhecidas como trocas sociais. (PIAGET, 1994; 1998; 2005; 2014).

Em concordância com (Stroet et al., 2013), autores tais como (Sawyer et al., 2013), (Harriman, 2015) também atestam que a construção e uso de IMDs pode auxiliar no engajamento de crianças e adolescentes no processo de ensino e aprendizagem. Harriman (2015, p.70) sustenta que este tipo de atividade é uma maneira diferenciada de trabalhar a robótica. O autor propõe quatro estratégias para promover o envolvimento dos estudantes na aprendizagem. São elas (1) foco em temas e não somente em desafios, (2) combinação de arte e engenharia, (3) promoção de espaços para contar histórias (*storytelling*)¹⁰ e (4) organização de mostras em vez de competições. Harriman (2015, p.71) menciona o programa *Scratch*¹¹, que apesar de não ter sido desenvolvido exclusivamente para uso musical, apresenta potencial propício para o design de IMDs. Para este autor, novas abordagens envolvendo a construção de instrumentos musicais digitais precisam ser testadas com crianças e adolescentes para o conhecimento de ferramentas promissoras no desenvolvimento de projetos pedagógicos. Nesta perspectiva, o autor apresenta alguns desafios a serem realizados

[...] Como um conjunto de ferramentas de hardware pode ser utilizado para ensinar o design de IMDs? Qual ou quais software são necessários? E que conceitos envolvendo programação, eletrônica, design de interação, música e outros podem ser ensinados através da construção e designing de IMDs? (HARRIMAN, 2015, p.72)¹².

Harriman (2015, p.72) também questiona se é possível criar ferramentas para o design de IMDs de forma que possam ser facilmente entendidas e utilizadas por alunos ou professores interessados. Desta forma, tais ferramentas poderiam ser usadas para permitir que os estudantes controlem o som através de gestos num processo de ensino e aprendizagem envolvente, aprendendo conteúdos sobre design de interação.

Worsley e Blikstein (2013, p.1) atestam que projetos de criação digital realizados pelos próprios alunos são motivadores e suscitam o interesse dos mesmos. Para oportunizar tais aspectos afetivos, os autores alegam que devem ser dadas oportunidades abundantes de criação digital aos estudantes. Os autores mencionam o *Stanford Learning Fabrication Laboratory* (LFL) como um exemplo de ambiente de aprendizagem que oportuniza a criação de projetos digitais e eletrônicos pelos estudantes para a solução de problemas do cotidiano.

Diante destas considerações, entende-se a necessidade de desenvolver arquiteturas pedagógicas inovadoras e motivadoras que, juntamente à proposta do professor, podem ser aplicadas em cursos ou oficinas dedicadas à construção desses instrumentos. Sendo assim, a próxima seção trata de uma AP desenvolvida, especialmente para a construção e uso de IMDs.

Arquiteturas Pedagógicas para a construção e uso de Instrumentos Musicais Digitais

Conforme mencionado anteriormente, de acordo com os resultados da avaliação do PISA de 2015, quando os estudantes passam do ensino fundamental para o médio, há um declínio no prazer por estudar ciências. Isto ocorre porque seu interesse se torna mais específico à medida que ficam mais velhos. A maioria dos alunos que realizaram esta avaliação manifestou um grande interesse por temas científicos e reconheceu que a ciência possui um papel importante em sua vida, mas apenas uma minoria relatou que participam de atividades científicas. Outro fator importante são as práticas de ensino que podem minar ou nutrir a motivação natural dos estudantes para aprender ciências. Jovens de origens econômicas favorecidas e desfavorecidas, muitas vezes diferem no modo como se envolvem com a ciência. As oportunidades de aprendizagem para além das classes regulares é também muito mais estreito nas escolas desfavorecidas, uma vez que estas tendem a oferecer menos atividades extracurriculares, tais como clubes e atividades esportivas, musicais e artísticas. As escolas desfavorecidas também tendem a apresentar maiores problemas disciplinares e falta de comprometimento dos alunos. Este fato é evidenciado através da falta de pontualidade dos alunos ou de problemas em relação à assiduidade.

No contexto educacional, estudos tais como os de Knuppel e Eckstein (2013), Bernardi (2011) e Behar (2009) têm se dedicado às arquiteturas pedagógicas (APs) voltadas à Educação a Distância (EAD). Os autores são favoráveis à ideia de uma sólida fundamentação em uma ou mais teorias de aprendizagem ao se estruturar uma AP. Este estudo está apoiado no conceito sustentado por Behar (2009). No entendimento da autora, uma arquitetura pedagógica fundamenta-se num modelo pedagógico que é “[...] um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objeto de estudo [...]” (Behar, 2009, p.24). Conforme esta autora, uma arquitetura pedagógica é estruturada em quatro aspectos que se relacionam entre si. São eles: (1) Organizacionais, (2) De conteúdo, (3) Metodológicos e (4) Tecnológicos. Sendo assim, desenvolveu-se uma AP para ser aplicada em oficinas de música voltadas à construção e uso de IMDs, mostrada na figura 1.

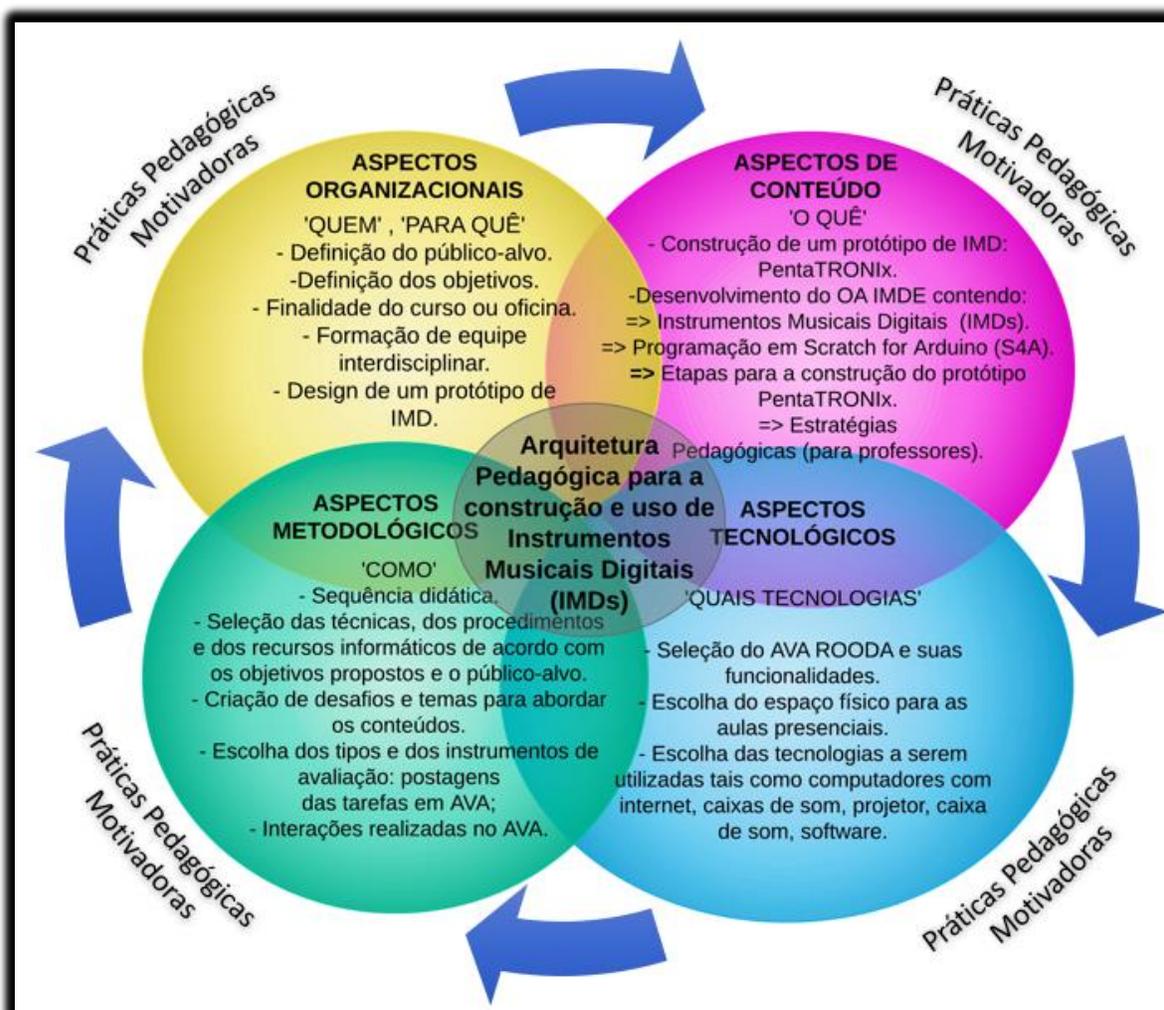


Figura 1 – Arquitetura Pedagógica para a construção e uso de Instrumentos Musicais Digitais

Fonte: Adaptação das autoras da figura 49- *Arquitetura Pedagógica Final para a construção e uso de Instrumentos Musicais Digitais* (Rosas, 2018, p.160).

Esta AP conforme figura 1, tem o objetivo de fundamentar solidamente e aprimorar as práticas pedagógicas para projetos voltados à construção e uso de IMDs. Cabe salientar que o uso IMDs neste estudo se refere ao ato de tocá-los, proporcionando assim, a expressividade sonora e/ou musical dos alunos. Projetos envolvendo a construção e o uso desses instrumentos podem promover o engajamento e a motivação dos estudantes, porém, entende-se que as práticas pedagógicas necessitam ser estruturadas e fundamentadas devidamente para haver uma promoção não somente desses aspectos afetivos, mas também dos sociais e cognitivos. A AP da figura 1 está representada por quatro círculos com intersecções. Cada círculo alude aos seus quatro aspectos. As intersecções indicam que os aspectos se relacionam uns com os outros. Desta forma o professor ou equipe pode complementar um ou outro aspecto linearmente ou até mesmo simultaneamente, ou ainda acrescentar, modificar ou reestruturar conteúdos, estratégias, objetivos, tecnologias ou outros conforme o público-

alvo. As setas direcionadas indicam a dinamicidade da AP, ou seja, o professor estabelece os aspectos de forma cíclica, construindo, modificando e reconstruindo os elementos que compõe cada um dos aspectos. A aplicação desta arquitetura pedagógica cujo foco está nos aspectos scioafetivos, concretiza-se através de práticas pedagógicas motivadoras. As setas também reportam para a importância dessas. A seguir são detalhados cada um dos quatro aspectos.

a) Aspectos Organizacionais

Durante a construção dos aspectos organizacionais, apresentados no círculo amarelo da figura 1, foi definido o público-alvo ('QUEM') de uma oficina de música para a construção de DMIs. O público-alvo selecionado foram adolescentes estudantes do último ano do Ensino Fundamental. Foram também elucidados os objetivos da oficina de música ('PARA QUÊ'):

1. Proporcionar interação com a música.
2. Motivar os estudantes através da construção e uso de IMDs integrando conteúdos de eletrônica, programação e música.
3. Proporcionar atividades voltadas para a construção dos próprios projetos pelos estudantes.
4. Favorecer o engajamento no processo de ensino e aprendizagem.
5. Proporcionar interação entre os alunos durante a construção de IMDs de forma a favorecer o trabalho em equipe.
6. Propor diferentes gestos ao tocar os IMDs, favorecendo a colaboração entre os membros do grupo.
7. Apresentar desafios aos estudantes em forma de situações-problema para que eles encontrem soluções.

Bernardi (2011, p.174) também salienta a importância das APs para criar espaços de interação entre os sujeitos através da construção e reconstrução dos conhecimentos. Para isso, a seleção dos recursos comunicacionais é primordial, já que incide diretamente na qualidade do diálogo. Para que este ocorra, a construção da estrutura e a organização de uma atividade de ensino deve ser flexível quanto aos objetivos delineados, às estratégias e às práticas avaliativas empregadas.

Para a construção dos aspectos organizacionais, também se formou uma equipe interdisciplinar para ministrar a oficina de música. Esta equipe foi formada pelos seguintes profissionais: uma professora de Música, mestre em Educação, uma professora Matemática e Robótica, mestre em Física e uma Pedagoga, especialista em Mídias na Educação.

Além disto, ao analisar os resultados da aplicação da AP num Estudo de Casos Múltiplos, constatou-se a importância de se conhecer os interesses, preferências e experiências prévias do público-alvo com os conteúdos a serem trabalhados. Estas informações foram obtidas através de questionários. Desta forma o professor pode construir o seu planejamento conforme o perfil dos seus estudantes.

b) Aspectos De Conteúdo

Quanto aos aspectos de conteúdo, foi construído por uma equipe interdisciplinar, um protótipo de instrumento musical digital com objetivo pedagógico chamado PentaTRONix, conforme figura 2.

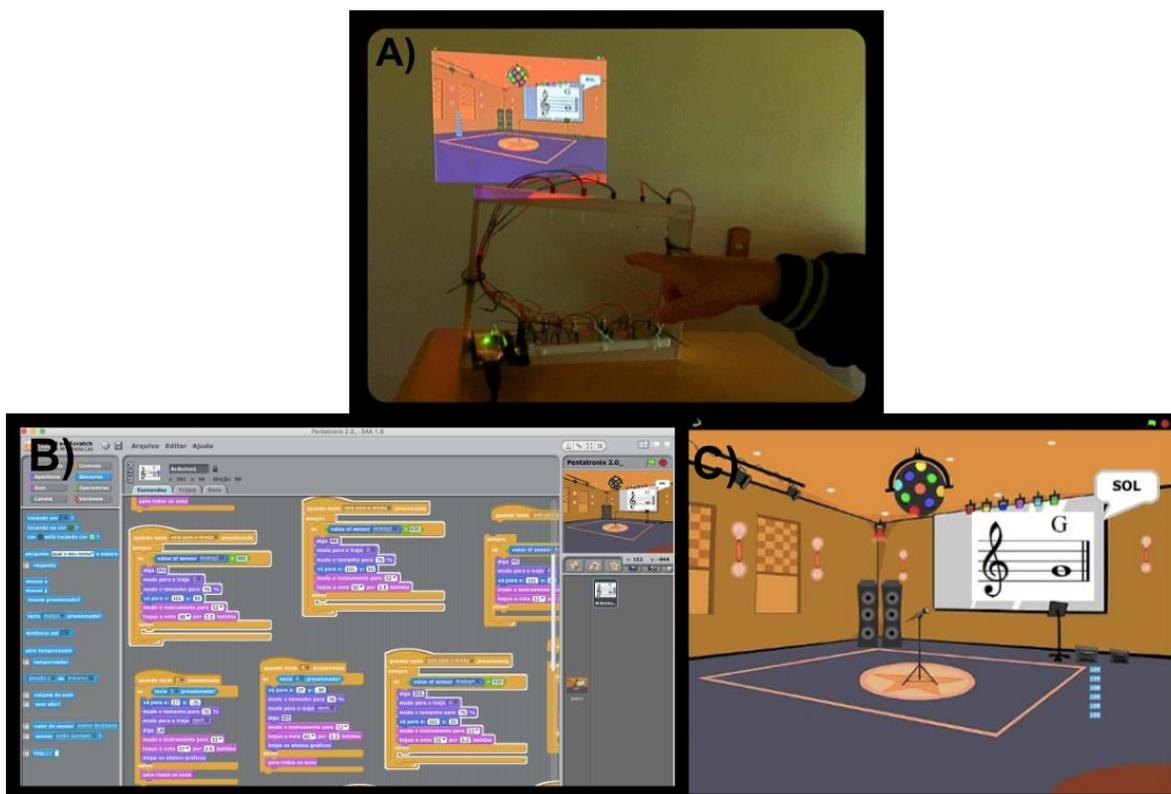


Figura 2 – PentaTRONix: Protótipo pedagógico de um Instrumento Musical Digital
Fonte: As autoras (2018)

Na figura 2, no quadro superior com a letra A) é mostrada interface física do protótipo. Na parte B) à esquerda têm-se a programação deste instrumento e à direita, na letra C) têm-se a visualização da interface virtual do protótipo PentaTRONix¹³. Este tem função pedagógica e foi programado para emitir cinco sons da escala pentatônica¹⁴. Na parte A) desta figura é possível observar um usuário interagindo com a interface. Através de gestos com uma das mãos, o fecho de luz é interrompido, fazendo com que o circuito seja ativado. Esta luz é emitida por cinco sensores infravermelho emissores dispostos na parte superior, alinhados sobre cinco receptores, todos conectados numa protoboard¹⁵. Já na divisão B) da figura 2, é possível visualizar a programação do protótipo PentaTRONix realizada no *software Scratch for Arduino (S4A)*¹⁶. Na divisão C) têm-se a interface virtual deste protótipo contendo a imagem de uma pista de dança com a nota musical ‘sol’ na pauta, que está soando devido ao gesto de uma das mãos do usuário ao interagir com o IMD. O *hardware* é constituído por Arduino¹⁷ e a prototipagem eletrônica utiliza recursos de baixo custo, tais como resistores, sensores infravermelhos e diversos cabos chamados jumpers, além de protoboard. Esta proposta privilegia o uso de *software* livre e *hardware* de código aberto. Dessa forma, o conjunto de ferramentas do PentaTRONix torna-se acessível às escolas menos favorecidas economicamente. O objetivo desse protótipo é servir como apoio didático-pedagógico em oficinas para a construção de IMDs pelos próprios alunos.

Baseando-se neste protótipo, os alunos constroem seus próprios instrumentos musicais digitais com programação própria e interface física e virtual diferenciada, sob orientação do professor, conforme figura 3. Sendo assim, os estudantes são estimulados a achar soluções criativas em equipe para limitações do protótipo, aperfeiçoando-o. Conforme Piaget (1998) o aprender por descoberta envolve tomar consciência dos problemas e descobrir novos problemas onde o sujeito é um experimentador ativo que procura e acha soluções por inúmeras tentativas e principalmente por seus próprios meios intelectuais. Acredita-se que protótipos pedagógicos de IMD a exemplo do PentaTRONix possam servir de apoio em aulas voltadas à aprendizagem por descoberta, tendo o professor como o facilitador. Para Boutin (2017, p.349) o papel do professor, que se evidencia pelas maneiras que interage com o estudante e intervém na sua aprendizagem, é essencial para motivar o aluno. Entende-se que a aprendizagem por descoberta pode ocorrer em forma de desafios. Um exemplo é o desafio de construírem em grupos outras versões do protótipo para que este seja usado coletivamente, com novas maneiras de alinhar os sensores e com diferentes materiais, tais como peças Lego, isopor ou outros. Também é possível propor desafios ao programar o IMD para tocar sonoridades diferenciadas através de gestos das mãos para controlar o instrumento.

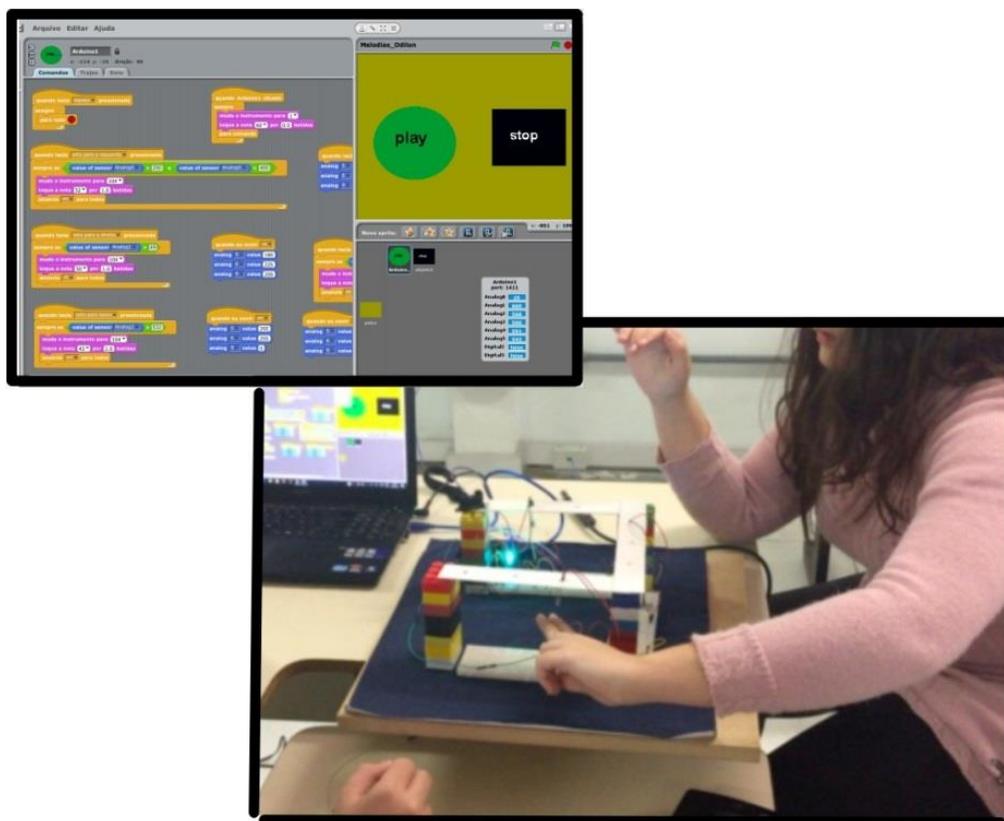


Figura 3 – Instrumento Musical Digital construído pelos estudantes
Fonte: As autoras (2018)

Na figura 3 têm-se um IMD construído por dois estudantes que o nomearam de 'Péricles'. Na parte superior esquerda têm-se a interface virtual do instrumento, cuja programação foi realizada pelos estudantes no *software* S4A. Esta apresenta botões 'play' e 'stop' e programação para soar quatro notas (sol, dó, ré e mi). Na parte inferior da figura, ao lado direito é possível ver as mãos de uma aluna interagindo com os sensores infravermelho do IMD. O Péricles diferencia-se do protótipo PentaTRONix em vários aspectos, tais como: interface física construída pelos próprios alunos com peças similares ao brinquedo Lego com o uso de três protoboard em vez de uma; utilização de quatro sensores infravermelho ao invés de cinco, com o acréscimo de um de longo alcance e adição de uma lâmpada *Light Emitting Diode* (LED) que muda a cor conforme o som emitido.

Ainda no desenvolvimento dos aspectos *De Conteúdo*, foi construído um objeto de aprendizagem (OA) intitulado 'IMDE: Construção de Instrumentos Musicais Digitais para a Educação'¹⁸. Os aspectos de conteúdo aludem ao 'O QUÊ'. O objeto de aprendizagem IMDE teve a finalidade de apresentar os conteúdos distribuídos em quatro módulos, sendo que o quarto é voltado para professores que almejam trabalhar com esse tipo de tecnologia. Este OA também apresentou situações-problemas chamados 'desafios' para serem solucionados de forma colaborativa pelos alunos (Rosas et al., 2016, p.1076).

c) Aspectos Metodológicos

Em relação aos aspectos metodológicos, a sequência didática foi realizada conforme do OA IMDE. Embora este objeto possa ser utilizado de forma não linear, se optou em seguir a sequência dos módulos. São eles: (1) Verde – Instrumentos Musicais Digitais: apresenta o conceito e exemplos de IMDs; (2) Vermelho - Programação no *Scratch* e no *Scratch for Arduino* (S4A); (3) Amarelo- PentaTRONix: contém orientações sobre como construir esses instrumentos, baseados nesse modelo. Os aspectos metodológicos aludem ao 'COMO' e (4) Azul- Estratégias Pedagógicas: apresenta sugestões de estratégias pedagógicas para professores que se interessam em desenvolver esse tipo de tecnologia com seus alunos. Sendo assim, supõe-se que um espaço educacional devidamente fundamentado numa AP efetivada através de práticas pedagógicas motivadoras pode fomentar aspectos afetivos, tais como a motivação, o engajamento, influenciar os estados de ânimo e promover a colaboração.

d) Aspectos Tecnológicos

Finalmente, na construção dos aspectos tecnológicos, foi utilizado o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) ROODA¹⁹. Dessa forma, pelo fato dos alunos interagirem nesse ambiente, foi possível analisar os registros escritos dos mesmos, bem como suas produções. Além do AVA ROODA, o espaço físico para as aulas foi equipado com um projetor, uma caixa de som, fones de ouvido, computadores equipados com internet e o *software Scratch* e *Scratch for Arduino*. Os alunos também receberam um Kit de ferramentas contendo Microprocessador Arduino UNO, protoboard, cabos, resistores, infravermelhos, peças similares ao brinquedo Lego e lâmpadas LED.

Desta forma, esta AP foi aplicada em um estudo de casos múltiplos que é detalhado na seção seguinte.

Resultados da aplicação de uma Arquitetura Pedagógica para a construção e uso de instrumentos musicais digitais

A arquitetura pedagógica apresentada na figura 1 foi desenvolvida e aplicada em um estudo de casos múltiplos. O primeiro caso ocorreu com uma turma de 27 estudantes de uma escola pública pertencente à rede municipal brasileira, localizada no município de São Leopoldo no Rio Grande do Sul. O segundo caso foi aplicado em uma escola pública pertencente à rede estadual neste mesmo estado. Os estudantes dos dois casos apresentavam faixa etária entre 14 e 17 anos. Ambos os casos se configuraram numa oficina de música ministrada por equipe interdisciplinar de forma presencial, intitulada: “Oficina de Música IMDE: Construção de Instrumentos Musicais Digitais para a Educação”. A primeira oficina, relativa ao primeiro caso, foi aplicada no turno regular das aulas no ano de 2015 com todos os 27 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental durante a disciplina de Artes. A carga horária total foi de 20h distribuídas em 11 aulas. A segunda oficina teve caráter extracurricular, ocorrendo no contra turno com seis alunos do 2º e 3º anos do Ensino Médio. Sua carga horária foi de 20 horas, divididas em 11 aulas semanais.

A metodologia do estudo foi composta pelas seguintes etapas: (1) Levantamento da literatura sobre instrumentos musicais digitais e sua relação com os aspectos socioafetivos. (2) Construção de uma arquitetura pedagógica por pedagogos, professores de música, designers, mestres e doutores em educação. (3) Formação de equipe interdisciplinar para ministrar as oficinas. (4) Aplicação da AP em oficinas de música. (5) Análise e divulgação dos resultados.

Dentre os materiais para a coleta de dados, foram utilizadas entrevistas com os alunos, questionário com os professores, registros escritos dos estudantes em um ambiente virtual de aprendizagem, observações da pesquisadora, vídeos e fotos, e dois questionários online publicado no Google Drive. O primeiro para obter informações sobre os interesses, experiências e preferências dos estudantes em relação aos conteúdos tratados nas Oficinas, envolvendo música, eletrônica e programação. O segundo questionário teve o intuito de avaliar o curso e coletar dados sobre os estados de ânimo dos indivíduos. Este, conforme figura 4 foi aplicado no último dia da oficina. A questão cinco tinha o objetivo de investigar os estados de ânimo fomentados nos alunos durante o curso com a seguinte pergunta: “Como você se sentiu ao participar desta oficina? Marque a opção que melhor representa o seu sentimento: (1) Animado, (2) Desanimado, (3) Indiferente, (4) Satisfeito ou (5) Insatisfeito. Logo após explique por que você se sentiu assim”.

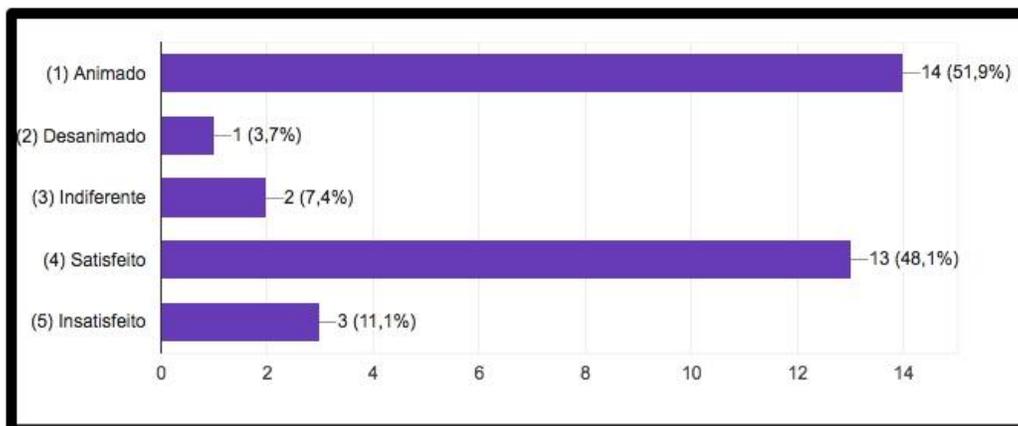


Figura 4 – Estados de ânimo dos estudantes obtidos a partir de questionário online

Fonte: Google Drive

Vinte e sete alunos responderam ao questionário, vinte e um da primeira oficina e seis da segunda. Conforme figura 4, ao responder a questão 5, percebe-se que a maioria dos estudantes declararam-se animados ou satisfeitos. A justificativa daqueles que mencionaram sentirem-se satisfeitos foi devido ao fato de aprender algo novo, porque era uma ‘aula diferente’, por que foi interessante fazer a programação dos instrumentos e tocá-los ou ainda devido ao resultado do trabalho. Dentre os que atestaram que se sentiram animados, sua justificativa foi que acharam ‘legal’ ou interessante porque aprenderam mais sobre música ou pelo fato de interagir com cabos, protoboard e ver ‘luzinhas acendendo’. Um aluno da primeira oficina declarou sentir-se insatisfeito, alegando não ter muita opção de escolha na construção do instrumento. Devido a isso, na segunda oficina optou-se por disponibilizar peças similares ao Lego de forma que os alunos puderam construir a interface física do seu IMD com maior flexibilidade quanto à altura e comprimento. Dois alunos da primeira oficina demonstraram-se indiferentes. Dentre estes, observou-se dificuldade em executar as atividades. Um estudante também da primeira oficina relatou que se sentiu desanimado porque, segundo ele, ‘foi chato de fazer’.

Conforme os resultados dos estudos de caso, percebe-se que houve a predominância dos estados de ânimo positivos (satisfação / animação) em relação aos negativos (insatisfação / desânimo ou indiferença). Além desses, foram registrados depoimentos de professores e alunos através de anotações dos professores ministrantes do curso. Um aluno multirrepente declarou que estava pensando em parar de estudar, mas depois de participar da oficina de construção de IMDs, resolveu continuar seus estudos num curso de eletrônica. Outro fator importante foi o aumento da frequência escolar durante a primeira oficina nos dias em que o projeto era executado. Outro indicador foi sobre a segunda oficina, onde uma professora da escola declarou após o término da mesma que este projeto ‘fez a diferença na vida dos seus alunos’.

Também uma aluna, cujos professores declararam que não costumava realizar tarefas e nem se socializar com os colegas, participou da maioria das atividades em grupo e respondeu ao questionário.

Stroet et al. (2013, p.69) sustenta que o engajamento e a motivação podem ser observados através da persistência, da atenção, do entusiasmo ou da satisfação. Diante destas considerações, acredita-se que o estado de ânimo ‘satisfeito’ é um indicador da presença desses dois aspectos afetivos. Além disto, o ato de tocar os instrumentos musicais digitais construídos pelos estudantes em grupos oportunizou a expressividade sonora e/o musical desses, contribuindo também para o fomento dos estados de ânimo ‘satisfeito’ e ‘animado’. Tal afirmação baseia-se nos estudos de (Scherer e Zentner, 2001, p.363) sobre música e emoção. Para estes autores a música pode suscitar respostas emocionais em seus ouvintes. São elas: preferências (avaliações no sentido de ‘gostar’ ou ‘não gostar’), emoções (irritado, triste, alegre, etc) estados de ânimo, postura interpessoal (postura afetiva tomada em relação a outra pessoa durante uma interação), dentre outros.

Além da motivação, do engajamento e dos estados de ânimo, o conhecimento do perfil do público-alvo, caracterizado pelos seus interesses e preferências demonstrou ser relevante para o desenvolvimento de APs que pretendem considerar a dimensão socioafetiva dos alunos.

Cabe salientar que foram desenvolvidas e aplicadas duas APs neste estudo de casos múltiplos, uma para cada escola. Após a aplicação destas arquiteturas pedagógicas nas duas escolas, realizou-se ajustes na APs, resultando assim, numa arquitetura pedagógica intitulada como ‘Final’. Sendo assim, o quadro 1 apresenta um resumo da Arquitetura Final, resultante deste estudo.

Quadro 1- Arquitetura Pedagógica Final

ARQUITETURA PEDAGÓGICA FINAL	
1- Aspectos Organizacionais	(i) Consideração dos interesses e preferências do público-alvo em relação à música e aos outros conteúdos que envolvem a construção de IMDs. (ii) Estabelecimento de objetivos quanto ao design de protótipos de IMDs de maneira a levar em consideração as experiências prévias do público-alvo. Desta forma é possível oferecer atividades e desafios conforme o nível de abstração dos estudantes, isto é, nem difíceis e nem fáceis demais.
2- Aspectos de Conteúdo	(i) Desenvolvimento de protótipos pedagógicos de IMD a exemplo do PentaTRONix para auxiliar na geração de novas ideias. (ii) Desenvolvimento de objetos de aprendizagem, tais como o IMDE para apoiar cursos e oficinas para a construção de protótipos de IMDs.
3- Aspectos Metodológicos	(i) Preferência pela construção coletiva dos protótipos de IMDs pelos estudantes. (ii) Uso coletivo dos protótipos construídos pelos alunos de forma a proporcionar a expressão sonora e/ou musical. (iii) Oferecimento de situações-problema de forma a desafiar os alunos a encontrem soluções.
4- Aspectos Tecnológicos	(i) Uso de ambiente virtual de aprendizagem (AVA) a exemplo do ROODA para auxiliar na comunicação e nas interações sociais entre os estudantes e destes com o professor. (ii) Uso de projetor multimídia, caixas de som, computadores.

Fonte: As autoras (2018)

O quadro 1 mostra um resumo dos quatro aspectos, juntamente com suas características que auxiliaram no fomento dos aspectos socioafetivos descritos neste estudo com público adolescente não musicista, estudantes de escolas públicas. Salienta-se, porém, que junto à APs tais como a Final descrita neste quadro, as práticas pedagógicas foram essenciais para a sua efetivação. Estas foram intituladas de motivadoras neste estudo e estão baseadas na perspectiva construtivista-interacionista.

A seguir são detalhados cada um dos aspectos da AP Final expostos no quadro 1:

- Os *Organizacionais* expõem os objetivos definidos oficinas dedicadas à construção de IMDs, bem como o design de um protótipo com função de modelo didático-pedagógico para a construção dessas interfaces, de acordo com os interesses do público-alvo selecionado.

- Nos aspectos '*De Conteúdo*' são descritos os temas abordados e 'o quê' os alunos aprenderam. Além das apresentações do conteúdo nas aulas presenciais, estes encontram-se disponíveis no objeto de aprendizagem IMDE, como mencionado anteriormente.

- Já os *Metodológicos* apresentam a metodologia e aspectos relacionados à avaliação. Estes remetem ao "como" e estão ligados às práticas pedagógicas utilizadas pelo professor. Neste estudo, foram consideradas seis características para que tais práticas sejam concebidas como motivadoras de forma a fomentar a motivação e o engajamento dos estudantes. São elas: (a) a consideração dos interesses e preferências dos estudantes durante o planejamento das aulas, (b) o favorecimento do trabalho em equipe, (c) o fomento de interações sociais entre os alunos e destes com o professor através da construção coletiva e uso dos IMDs, (d) o *feedback* incentivador, (e) a maximização das chances da aprendizagem por descoberta através da proposição de situações-problema, (f) a organização de Mostras Pedagógicas para os estudantes apresentarem seus instrumentos construídos.

- E, finalmente, os *Tecnológicos* apresentam as tecnologias selecionadas para a realização de oficinas ou cursos dedicados à construção de IMDs. Dentre estes destaca-se o uso de AVAs a fim de proporcionar interações sociais entre os estudantes e destes com o professor em qualquer espaço e tempo, além das aulas presenciais.

Além do fomento dos aspectos socioafetivos interesses e/ou preferências, motivação e engajamento e estados de ânimo, constatou-se a presença de colaboração entre os participantes. Esta foi atestada a partir da análise das interações sociais ocorridas entre os estudantes e destes com a professora através de observações, da análise de vídeos gravados e dos registros escritos no AVA ROODA.

Diante destas considerações, se entende que arquiteturas pedagógicas voltadas para a construção de IMDs, a exemplo desta, juntamente com práticas pedagógicas motivadoras possuem potencial para influenciar os estados de ânimo, conduzir à colaboração e motivar e engajar os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, o estudante pode desenvolver-se em todas as dimensões: cognitiva, social e afetiva. A primeira se dá na aprendizagem de conteúdos voltados à música, à eletrônica e à programação, tais como prototipagem eletrônica, programação em *Scratch*, expressividade musical e/ou sonora. Quanto à dimensão social, os estudantes constroem seus IMDs em grupo, realizando desafios, aprendendo assim a colaborar e trabalhar em equipe. Quanto à afetividade, APs tais como esta podem influenciar os estados de ânimo dos alunos e auxiliar na motivação e no engajamento, levando-os a se envolverem de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Cabe salientar que este estudo foi realizado com estudantes adolescentes não musicistas pertencentes a escolas públicas brasileiras da região Sul. Desta forma, entende-se que necessitam ser realizados outros estudos abrangendo o desenvolvimento e aplicação de novas APs para a construção e uso de IMDs com público e contexto diferenciados.

Considerações finais

Diante do panorama educacional do século XXI, constituído em grande parte por adolescentes e jovens usuários da tecnologia digital, surgem constantes desafios aos professores, principalmente em relação a como ou o que fazer para que esses alunos se comprometam de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem. Muitas são as iniciativas, dentre elas, destaca-se a construção dos próprios projetos envolvendo diversas áreas do conhecimento, tais como música, robótica, matemática, física, ciências ou ainda, engenharia. Entende-se que uma forma de proporcionar a construção do conhecimento nessas áreas é a construção e uso de instrumentos musicais digitais (IMDs). Para isso, é fundamental o desenvolvimento de arquiteturas pedagógicas (APs) que englobem todas as dimensões dos estudantes, cognitiva, afetiva e social, de acordo com o seu perfil, que se concretizam através de práticas pedagógicas de forma a motivá-los e engajá-los no processo de ensino e aprendizagem. A contribuição de arquiteturas pedagógicas aplicadas em cursos ou oficinas, incluindo os três aspectos, ocorre da seguinte forma:

- Os aspectos cognitivos estão relacionados à construção do conhecimento nas áreas de música, eletrônica, programação e matemática. Tais conhecimentos são construídos através de atividades desafiadoras envolvendo o raciocínio lógico e a capacidade de resolução de problemas.

- Os sociais ocorrem através das atividades ou desafios realizados em grupo ou duplas. Ao construírem e posteriormente tocarem os IMDs em grupo, os estudantes necessitam desenvolver a capacidade de trabalhar de forma colaborativa.

- Os aspectos afetivos, englobam os fenômenos afetivos tais como os estados de ânimo, a motivação, o engajamento, os interesses e/ou preferências. Embora não seja o foco deste estudo resolver problemas educacionais tais como o baixo rendimento escolar ou a evasão, constatou-se que alunos satisfeitos e animados tendem a motivar-se e engajar-se ativamente no processo de ensino e aprendizagem. Pelo fato desses aspectos afetivos serem indissociáveis da cognição, presume-se que podem auxiliar de forma positiva no rendimento escolar.

Além de oportunizar a aprendizagem nas diversas áreas do conhecimento como mencionado anteriormente, arquiteturas pedagógicas voltadas para a construção de IMDs, tais como a aqui descrita, juntamente com práticas pedagógicas motivadoras podem nutrir o prazer dos estudantes em aprender. Isto evidencia-se pelo fato de que mais da metade dos alunos declararam sentir-se animados ou satisfeitos ao participar das oficinas para a construção de IMDs. Além desta constatação, arquiteturas pedagógicas que se concretizam através dessas práticas, proporcionam situações onde os alunos podem desenvolver novas

ideias. Estas envolvem tecnologia, habilidades para a resolução de problemas, capacidade de trabalhar em equipe e colaboração.

A arquitetura pedagógica desenvolvida neste estudo foi aplicada com adolescentes brasileiros de duas escolas públicas. Pelo fato desta AP privilegiar o uso de software livre, hardware de código aberto e componentes eletrônicos de baixo custo, esta proposta torna-se acessível às escolas menos favorecidas economicamente. No cenário educacional brasileiro, compreende-se a importância da customização de APs de forma a contemplar os interesses e os perfis dos estudantes, numa pedagogia da inclusão e do respeito às diversidades. Entende-se que a arquitetura aqui descrita pode servir de modelo para outras oficinas e cursos dedicados à construção de IMDs, porém, necessita ser reajustada de acordo com os objetivos e público-alvo, já que a flexibilidade é uma dentre as suas características. Entretanto, para isso é recomendável formar equipes interdisciplinares de professores, tanto para a construção dos aspectos da AP, quanto para ministrar cursos e oficinas dedicados à construção desses instrumentos. Sugere-se também encontros ou reuniões para preparar estes profissionais que irão atuar nessas oficinas, de forma que todos os envolvidos no projeto se tornem familiarizados com o vocabulário e com os conteúdos a serem abordados.

Notas

1. <http://www.oecd.org/>
2. <http://www.casel.org/>
3. <http://artiphon.com/>
4. <http://www.rockband4.com/>
5. <http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2015/03/guitar-hero-e-rockband-conheca-os-melhores-jogos-musicais-jalancados.html>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=0-EjKu1AFMI>
7. Hands-on é uma abordagem de aprendizagem onde os estudantes manipulam objetos físicos com as mãos, criando evidências junto ao pensamento e raciocínio, resolvendo problemas que dão sentido às ideias matemáticas. (Cambridge Dictionary Online, 2017).
8. Competências são o conjunto de conhecimentos (saber que envolve cognição), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser) de um sujeito para resolver um problema ou lidar com uma situação nova em um determinado contexto. (Behar, 2013, p.288).
9. Neste estudo optou-se por utilizar o termo em português ‘estados de ânimo’ em concordância com a tradução livre de Longhi (2011, p.21) para o termo em língua inglesa ‘*moods states*’. ‘*Moods*’, por sua vez, é utilizado por Scherer (2005). Tais estados são um dentre os tipos de fenômenos afetivos que perduram mais do que as emoções. Neste estudo se referem ao estar satisfeito/insatisfeito, animado/desanimado.
10. *Storytelling* é a arte de contar histórias utilizando a voz ou gestos para revelar os elementos e as imagens de uma história para um público-alvo específico. Quando esta prática combina o uso das tecnologias digitais, é conhecida também como storytelling digital. (National Storytelling Network, 2017).
11. Scratch é um software gratuito desenvolvido pelo Lifelong Kindergarten Group at the MIT para ensinar programação à crianças e jovens dos 8 aos 16 anos. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu/>>.
12. Tradução livre das autoras de: “[...] How should hardware toolkits be utilized in teaching DMI design? What software tools are needed? And what concepts of programming, electronics, interaction design, music and more can be taught through DMI design?” (Harriman, 2015, p.72).
13. Pelo fato deste protótipo de IMD integrar eletrônica e escala Pentatônica foi intitulado de PentaTRONix onde *Penta* significa cinco e *TRONix* sugere eletrônico.
14. Escala de origem oriental que possui apenas cinco sons.

15. Protoboard ou matriz de contatos é uma placa com orifícios onde são feitos experimentos eletrônicos. Sua vantagem é que os componentes podem ser facilmente retirados para serem utilizados posteriormente em novas montagens.
16. <http://s4a.cat/>
17. Arduino é um microprocessador open-source desenvolvido pelos italianos Massimo Banzí, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Seu objetivo é auxiliar artistas, designers, hobbistas e outros a programar e processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos ligados a ele, possibilitando assim, a criação de objetos ou ambientes interativos.
18. <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/imde/>
19. <https://ead.ufrgs.br/rooda/>

Referências

- BEHAR, Patricia.A. (Org.) **Modelos Pedagógicos em Educação a Distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- BEHAR, Patricia A.; ROSAS, Fátima W.; LONGHI, Magalí T.; BERNARDI, Maira. Competências para o contexto tecnológico-musical na educação a distância. In.:
- BEHAR, Patricia A. (Org.). **Competências para a Educação a Distância**. Porto Alegre: Editora A, 2013. pp.263-284.
- BLIKSTEIN, Paulo. A New Age in Tangible Computational Interfaces for Learning. In: GOMEZ, K.; LYONS, L. & RADINSKY, J. (Eds.). **Learning in the Disciplines: Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences (ICLS), 2010**.
- _____. Computationally Enhanced Toolkits for Children: Historical review and a Framework for Future Design. In: **Foundations and Trends in Human-Computer Interaction**. Vol. 9, No. 1. 2015. pp. 1-68.
- BERNARDI, Maira. **Prática Pedagógica em EAD: uma proposta de Arquitetura Pedagógica para formação continuada de professores**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS), Porto Alegre-RS, 2011.
- BOUTIN, Gérald. A relação entre Professor-Aluno no Centro do Processo Educativo. In.: **Currículo sem Fronteiras**, v.17, n.2, maio/ago 2017. pp.343-358.
- CALEGARIO, Filipe.; WANDERLEY, Marcelo.; HUOT, Stéphane; CABRAL, Giordano; RAMALHO, Geber. A Method and Toolkit for Digital Musical Instruments: Generating Ideas and Prototypes. **IEEE MultiMedia**, 24(1), 2017. pp.63-71.
- CAVENAGHI, Ana Raquel; BZUNECK, José Aloyseo. A motivação de alunos adolescentes enquanto desafio na formação do professor. In: **IX Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**, 26 a 29 out, PUCR, 2009. pp.1478-1489.
- GUIDE EFFECTIVE SOCIAL AND EMOTIONAL LEARNING COLLABORATIVE FOR ACADEMIC, SOCIAL, AND EMOTIONAL LEARNING PROGRAMS (CASEL). Middle and High School Edition, 2015. Disponível em: <<http://secondaryguide.casel.org/>> Acesso em: 15 jun. 2017.
- HARRIMAN, Jiffer. Start ‘em Young: Digital Music Instruments for Education. In: **Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression**, Baton Rouge, LA, USA, May 31-June 3, 2015. pp.70-73.
- QEDU ACADEMIA, 2018. Disponível em INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (Censo Escolar/ INEP), 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

- KNUPPEL, Maria Aparecida; ECKSTEIN, Manuela Pires. A Arquitetura Pedagógica dos Cursos a Distância da UNICENTRO: O Ambiente Virtual de Aprendizagem como Campo de Prática Pedagógica. In: **ESUD 2013 – X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância**. Belém-PA, 11-13 jun. 2013. pp.1-13.
- LONGHI, Magali T. **Mapeamento de aspectos afetivos em um ambiente virtual de aprendizagem**. 2011. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre-RS, 2011.
- MACHOVER, Tod. Future Opera for Robots and People Too. **Innovation: Perspectives for the 21st Century**, BBVA Press, 2011.
- MORAIS, Anuar Daian.; BASSO, Marcus Vinícius A.; FAGUNDES, Léa da Cruz. Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática? **Ciência & Educação**, Bauru, V.23, n.2, 2017. pp.455-473.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT (PISA, 2015) RESULTS (Volume I): Excellence and Equity in Education, OECD, Paris, 2016. Acesso em: 30 Jan. 2017, disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>>.
- PIAGET, Jean. **O Juízo Moral na Criança**. 2ed. São Paulo: Summus, 1994.
- _____. **Sobre a pedagogia**: textos inéditos. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- _____. **Inteligencia y Afectividad**. Buenos Aires: Aiqué, 2005.
- _____. **Relações entre a Afetividade e a Inteligência no Desenvolvimento Mental da Criança**. Tradução de Cláudia Saltini e Doralice Cavenaghi. Ed. Wak, Rio de Janeiro, 2014.
- PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT (PISA), 2015. Disponível em: <<http://www.oecd.org/pisa/>>. Acesso em: 07 jul. 2017.
- QAHRI-SAREMI, Hamed.; TUREL, Ofir. School engagement, information technology use, and educational development: An empirical investigation of adolescents. In: **Computers & Education**, V.102, November 2016. pp.65-78.
- ROSAS, Fatima.W.; BEHAR, Patricia.A.; FERREIRA, Gislaine. DMIE: a learning object to design Digital Musical Instruments for Education. In: **Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning**. Washington, DC, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (ACE), 2016. pp.1073-1082. Disponível em: <<http://learntechlib.org/p/174045>>. Acesso em: 09 Jul. 2017.
- ROSAS, Fatima Weber. **Arquitetura Pedagógica para a construção e uso de Instrumentos Musicais Digitais: um olhar a partir dos aspectos socioafetivos**. 2018. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre-RS, 2018.
- STROET, Kim; OPDENAKKER, Marie-Christine; MINNAERT, Alexander. Effects of need supportive teaching on early adolescents' motivation and engagement: A review of the literature. In: **Educational Research Review**, 9, 2013. pp.65-87. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X12000632>> Acesso em: 02 Dez. 2017.
- SAWYER, Blake; FORSYTH, Jason; O'Connor, Taylor; BORTZ, Brennon; FINN, Teri; BAUM, Liesl; BUKVIC, Ivica Ico; KNAPP, Benjamin; WEBSTER, Dane. Form, function and performances in a musical instrument MAKERS camp. In: **Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education**, 2013. pp.669-674.
- SCHERER, Klaus R. & ZENTNER, Marcel R. Emotional effects of music: production rules. In: JUSLIN, Patrik N. & SLOBODA, John A. **Music and Emotion: theory and research**. Oxford University Press, New York, 2001. pp.361-392.
- SCHERER, Klaus R. What are Emotions? And how can they be measured? In: **Social Science Information**, V.44, N.4, 2005. pp.4472-4477.

- SILVA, Roberto Rafael Dias da. Emocionalização, algoritmização e personalização dos itinerários formativos: como operam os dispositivos. In.: **Currículo sem Fronteiras**, v.17, n.3, set./dez. 2017. pp.699-717. é doutoranda em
- WANDERLEY, Marcelo. Projeto e utilização de instrumentos musicais digitais. In: KELLER, Damián e BUDASZ, Rogério. (Org.) **Criação musical e tecnologias: teoria e prática interdisciplinar**. Goiânia, Brazil: ANPPOM, 2010. pp. 70-96.
- WANG, Ming-T.; PECK, Stephen C. Adolescent educational success and mental health vary across school engagement profiles. In: **Developmental Psychology**, Vol.49, 7, Jul. 2013. pp.1266-1276.

Correspondência

Fatima Weber Rosas: Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS.

E-mail: fwrosas@gmail.com

Patricia Alejandra Behar: Professora Titular da Faculdade de Educação da UFRGS.

E-mail: pbehar@terra.com.br

Texto publicado em *Currículo sem Fronteiras* com autorização das autoras
