

Abordagem de emprego do paradigma dos métodos ágeis na engenharia de um objeto de aprendizagem para divulgação científica: Relato acerca do projeto Pelos Caminhos de Darwin

Gilberto Lacerda Santos
Laboratório Ábaco
Faculdade de Educação
Universidade de Brasília
55 61 3107 6105
glacerda@unb.br

Claudia L. R. Motta
Instituto Tércio Pacitti
Universidade Federal do Rio de Janeiro
55 21 98218-2002
claudiam@nce.ufrj.br

Iara Regina Nocentini André
Laboratório Ábaco
Faculdade de Educação
Universidade de Brasília
55 19 99789-6991
iaranocentini@gmail.com

ABSTRACT

The Project “Through the Paths of Darwin” consisted of an engineering enterprise of educational medias guided by the shared work of a group of people who sought to design an original academic material; in terms of both development process and product developed. The Project presented an opportunity for a scientific experiment of the unification of different insights in the same academic course, unification of different media approaches in the same academic material, management of multidisciplinary expertise, and material formatting. Developed in the context of an action research, the process of educational media engineering was developed in two distinct and complementary stages: A “take two” by the team itself, through the paths traveled by Charles Darwin in South America; and the process of developing two digital portals, the analysis of the project and the submission of the contents of the project. The design and development of the digital products “Through Darwin’s Paths” have revealed to us that in such processes, rigid engineering strategies inhibit creative thinking and have a negative impact in the team’s productivity, as these tools prevent a rapid response to unforeseen events; not disregarding the methodological thoroughness that should portray the entire software engineering process. The article describes the process of digital media design and development for the project “Through Darwin’s Paths”.

RESUMO

O projeto Pelos Caminhos de Darwin consistiu em um empreendimento de engenharia de mídias educativas norteado pelo trabalho colaborativo de um conjunto de atores que buscaram conceber um material didático inovador, tanto em termos de processo de desenvolvimento, quanto em termos de produto desenvolvido. O projeto foi uma oportunidade de experimentação científica da integração de conhecimentos distintos em um mesmo

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

TISE '17, NOVEMBER 26–28, 2017, Fortaleza, CE, Brazil.
Copyright 2017 ACM 1-58113-000-0/00/0010 ...\$15.00.

percurso didático, da integração de diferentes abordagens midiáticas em um mesmo dispositivo educativo, de gerenciamento de conhecimentos multidisciplinares e de estruturação do conteúdo. Desenvolvido no contexto de uma pesquisa-ação, o processo de engenharia de mídias educativa foi desenvolvido em duas etapas distintas e complementares: Uma “retomada”, pela própria equipe, dos caminhos de Charles Darwin pela América do Sul e o processo de desenvolvimento de dois portais digitais, um de contextualização do projeto e outro da apresentação de conteúdo do projeto. A concepção e o desenvolvimento dos produtos digitais de Pelos Caminhos de Darwin nos mostraram que, em tais procedimentos, estratégias de engenharia engessadas inibem o pensamento criativo e impactam negativamente na produtividade da equipe tendo em vista que ferramentas rígidas impedem uma resposta rápida para imprevistos, sem menosprezar o rigor metodológico que deve caracterizar todo processo de engenharia de softwares. O artigo descreve o processo de concepção e desenvolvimento das mídias digitais do projeto Pelos Caminhos de Darwin.

Categoria

Software Educativo / web educacional

Termos Gerais

Experimentação / Experimentation

Palavras chave

Engenharia de mídias educativas; educação científica; métodos ágeis; informática educativa

1. INTRODUÇÃO

A identificação de metodologias de engenharia de mídias para a educação é um campo de conhecimento e de prática bastante amplo, tanto devido à diversidade de mídias com esta finalidade, quanto devido à variedade de abordagens suscetíveis de conduzirem a produtos consistentes do ponto de vista pedagógico e do ponto de vista computacional. Buscando contribuir com esse cenário bastante dinâmico e desafiador, diversos trabalhos desenvolvidos no âmbito das atividades do Laboratório Ábaco de Pesquisas Interdisciplinares sobre a Informática e a Educação, da

Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, tiveram como foco a experimentação de metodologias e estratégias para as diferentes etapas do processo de engenharia de softwares educativos.

Nessa perspectiva, foi apresentada, no XIV Congresso Internacional de Informática Educativa, em Santiago do Chile, uma abordagem de engenharia de softwares educativos intitulada “modelo helicoidal” [6]. Segundo esse modelo, o processo de engenharia de mídias educativas deve ter como sustentação quatro hélices”: o público-alvo visado, o contexto no qual a mídia vai ser pedagogicamente explorada, a natureza de seu conteúdo e as possibilidades de avaliação das aprendizagens proporcionadas pelo dispositivo educativo. Essas quatro hélices se articulam em torno de um eixo fundamental: a equipe multidisciplinar envolvida na concepção da mídia educativa. Todos esses elementos delimitam as diferentes etapas a serem seguidas, desde o planejamento até a modelagem propriamente dita (Figura 1):

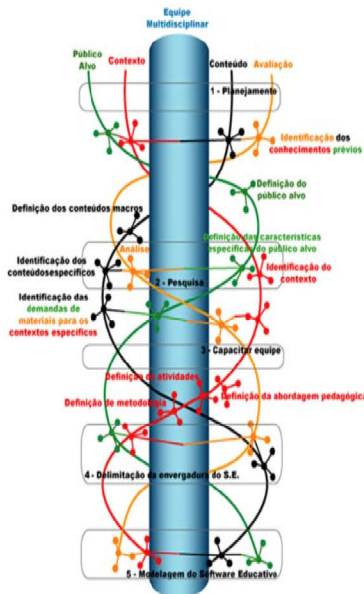


Figura 1. Modelo helicoidal para a engenharia de softwares educativos [6]

Esse modelo se insere no contexto da abordagem holística para a engenharia de softwares educativos proposta anos antes por Lacerda Santos [3], no IV Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, e experimentado na dissertação de mestrado de Rafael de Alencar Lacerda [8]. O modelo vislumbra a concepção do software educativo como uma atividade bastante complexa na qual uma grande quantidade de elementos são considerados e mobilizam os saberes dos atores envolvidos na mesma, tais como a gestão da informação, a definição de atividades didáticas, a definição da abordagem pedagógica, a pesquisa de estratégias de programação, a compreensão das características do público-alvo e muitas outras, em uma perspectiva altamente interativa, iterativa e flexível, dada a natureza dos conhecimentos envolvidos na tarefa e a natureza intangível dos processos cognitivos que conduzem à aprendizagem. Embora essas propostas venham sendo

testadas em diversos empreendimentos de engenharia de softwares educativos [2,7,10], ainda é pertinente questionar como elas se adequam a situações específicas como a relatada nesse texto, em que os dispositivos visados são portais educativos hipermidiáticos, o conteúdo é destinado à vulgarização científica, o público-alvo é constituído por estudantes nas séries finais da educação básica ou no ensino médio, a coleta de dados demanda visitas a diferentes sítios, no Brasil e no exterior, e a multidisciplinaridade se impõe na abordagem didática. Tal foi a problemática de investigação, sob a ótica da engenharia de mídias para a educação, que norteou esse trabalho.

2. PELOS CAMINHOS DE DARWIN

Já é de senso comum que a informática, aplicada à educação de forma pertinente e qualificada, apresenta um imenso potencial para a ressignificação da relação educativa e para a reinvenção da escola nesses tempos de emergência de uma sociedade cibernética e de uma inteligência coletiva, alicerçadas nas interseções, em todos os planos de atividades humanas, com as Tecnologias de Informação, Comunicação e Expressão (TICE). Esse acrônimo, proposto por Lacerda Santos [4], busca colocar em perspectiva não apenas as possibilidades, advindas dessas tecnologias, relacionadas com a informação e a comunicação, mas também com as inéditas possibilidades de expressão concedidas ao cidadão comum, desde que usufruário pleno do cenário da inclusão digital irrestrita, condição cada vez mais *sine qua non* para o exercício amplo da cidadania. É nessa perspectiva que a escola, de modo geral, busca soluções didáticas – estratégias, teorias de aprendizagem, recursos, ideias, dispositivos, aplicativos – que a aproximem do que se passa fora dela e vice-versa, posto que a sociedade como um todo também clama por uma escola mais alinhada com seu modo de funcionamento, cada vez mais rizomático e colaborativo, conforme advoga Letti [9]. E foi também nessa perspectiva que avançamos na concepção e no desenvolvimento de um objeto de aprendizagem – uma plataforma de conteúdos digitais – que agrega novas tecnologias educativas e, ao mesmo tempo, possa cumprir um papel didático contundente, para a construção de conhecimentos inovadores e empreendedores, suscetíveis de situarem os alunos e os professores em uma interação pedagógica qualitativamente diferente.

O projeto Pelos Caminhos de Darwin consiste em um empreendimento de engenharia de mídias educativas norteado pelo trabalho colaborativo de um conjunto de atores que buscaram conceber um material didático inovador, tanto em termos de processo de desenvolvimento, quanto em termos de produto desenvolvido. O projeto, apresentado à comunidade científica da área no XX Congresso Internacional de Informática Educativa (TISE 2014), em Santiago do Chile, foi, conforme indicam seus idealizadores, uma oportunidade de experimentação científica da integração de conhecimentos distintos em um mesmo percurso didático, da integração de diferentes abordagens midiáticas em um mesmo dispositivo educativo, de gerenciamento de conhecimentos multidisciplinares e de estruturação do conteúdo [5]. O projeto, que envolve em seu núcleo principal de desenvolvimento três especialistas em Informática Educativa (Claudia Motta, Mauro Pequeno e Gilberto Lacerda Santos), uma bióloga (Shirley Hauff), dois geógrafos (Iara Nocentini e Hernani Loebler) e um fotógrafo-historiador (João Paulo Barbosa), dada sua complexidade, agregou outros atores ao longo do caminho

(fotógrafos, cinegrafistas, navegadores, desenvolvedores de software, oficiais da Marinha, guias locais nos lugares percorridos). Inicialmente chamado de “Projeto Manauara”, por ter sido idealizado em um encontro ocasional, na Universidade do Estado do Amazonas, em Manaus, no maio de 2012, o projeto consiste em uma pesquisa-ação que se desenvolve em duas etapas distintas e complementares: Uma “retomada”, pela própria equipe, dos caminhos de Charles Darwin pela América do Sul e o processo de desenvolvimento de dois portais digitais, um de contextualização do projeto e outro da apresentação de conteúdo do projeto.

O portal de contextualização, intitulado “O Diário do Bigou”, em analogia ao Diário do Beagle elaborado pelo próprio Charles Darwin para relatar de suas viagens, disponibiliza uma apresentação geral do projeto, sua contextualização pedagógica para exploração didática do conteúdo, possibilidades de aprofundamento a respeito da Teoria da Evolução das Espécies, além dos bastidores dos trabalhos e das viagens da equipe, seguindo os principais passos de Darwin pela América do Sul, das Galápagos à Terra do Fogo, do Arquipélago de São Pedro e São Paulo à Patagônia, do Rio de Janeiro a Fernando de Noronha, do Oceano Atlântico ao Oceano Pacífico. A Figura 2 apresenta a interface principal do portal de contextualização do projeto:

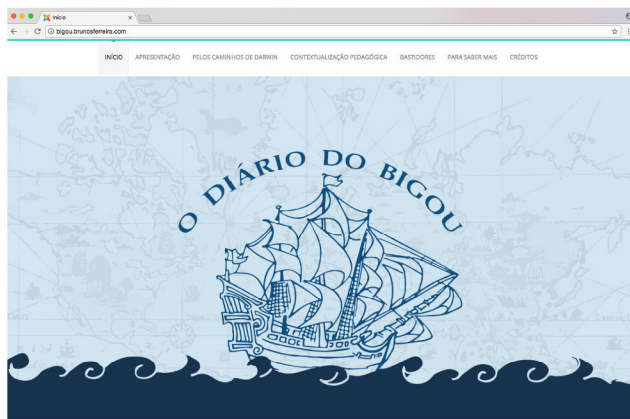


Figura 2. Interface principal do portal de contextualização

Sobretudo, esta plataforma de apresentação conduz ao segundo portal, que é inteiramente dedicado ao conteúdo produzido pelos pesquisadores envolvidos na iniciativa (Figura 3).



Figura 3. Interface principal do portal de conteúdos

Esse segundo objeto de aprendizagem, o portal de conteúdos, que tem o nome do projeto, dá acesso a um roteiro virtual, distribuído em 43 locais, desde a Escócia e passando pela América do Sul, que permite o acompanhamento, passo a passo, do percurso intelectual e geográfico de Charles Darwin para a elaboração da Teoria da Evolução das Espécies. As figuras a seguir (figuras 4 a 8) apresentam as principais interfaces do portal de conteúdos do projeto Pelos Caminhos de Darwin:



Figura 4. Interface de apresentação do roteiro de 43 locais

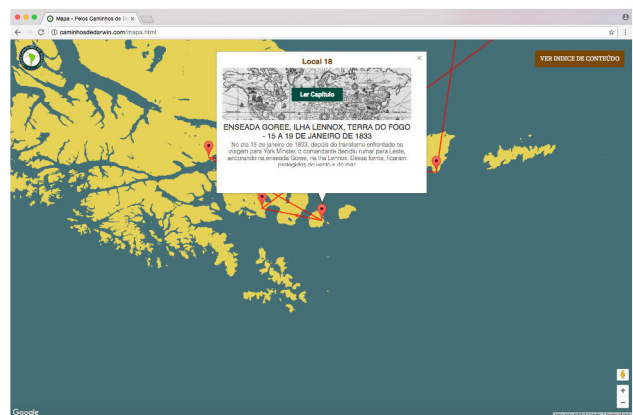


Figura 5. Interface de acesso ao conteúdo cada local

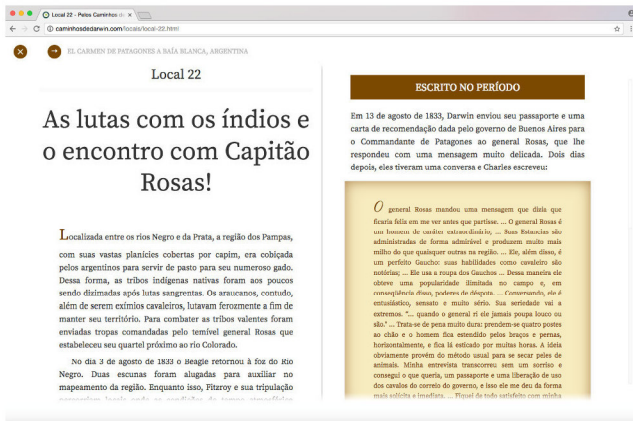


Figura 6. Detalhamento do conteúdo dos locais



Figura 7. Detalhamento do conteúdo dos locais



Figura 8. Detalhamento de mídias

Desenvolvido pela equipe do Instituto UFC Virtual, da Universidade Federal do Ceará, esse portal de conteúdos consiste em um dispositivo multimídia que integra diferentes possibilidades de navegação e de interação com o conteúdo e que traz, para o contexto da relação educativa, dinâmicas tecnológicas de construção do conhecimento que, fora da escola, avançam de vento em popa, baseadas em possibilidades hipertextuais e dando forma a dispositivos que demandam interação do sujeito com os conteúdos que lhe são apresentados, a fim de otimizar a experiência do usuário em seu percurso no objeto de aprendizagem e, conseqüentemente, essa última.

Todo esse trabalho de pesquisa e desenvolvimento se configurou como uma pesquisa ação, dentro do paradigma dos Métodos Ágeis de Engenharia de Softwares, conforme descrito nas duas sessões seguintes.

3. AGILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UMA MÍDIA EDUCATIVA

O procedimento de engenharia de mídias para a educação apresenta diversos desafios, os quais podem ser resumidos em dois principais: por um lado o desenvolvimento dos dispositivos impõe a participação de atores de diferentes áreas de conhecimento em uma perspectiva altamente interdisciplinar, o que está longe de ser algo banal quando se trata de ciclos de vida de softwares; por outro lado, o produto desenvolvido não destina-se a um cliente em particular, que pode ter suas demandas compreendidas e traduzidas sob a forma de processos de software, mas a indivíduos em processo de aprendizagem, com estilos de aprendizagem diferentes [1], com interesses não necessariamente convergentes, com níveis de conhecimentos distintos, dentre outras particularidades.

Para enfrentamento desses desafios, o empreendimento de concepção e desenvolvimento dos portais do projeto Pelos Caminhos de Darwin respeitou, de modo geral, os seguintes princípios:

1. Eliminação ou diminuição de etapas, modelos, processos que não agregam valor ao produto final;
2. Minimização de elementos de inventário, como documentos de requisitos e de desenho, de forma a se avançar de forma mais intuitiva;
3. Maximização do fluxo de desenvolvimento e utilização de abordagens iterativas para otimização de tempo de trabalho, especialmente porque a equipe estava dispersa em várias universidades de estados diferentes;
4. Flexibilidade para atendimento a demanda de mudança de requisitos e de pontos de vista, o que é comum em um trabalho colaborativo e com base multidisciplinar;
5. Autonomia aos membros da equipe como um todo e concessão de liberdade criativa aos programadores;
6. Atendimento pleno aos requisitos dos clientes internos, isto é, os conteudistas, permitindo que eles mudassem suas opiniões ou seus desejos, bem como aos requisitos dos clientes finais, isto é, o público-alvo do projeto, adequando linguagem e estratégias de comunicação;
7. Submeter o que for sendo desenvolvido a testes e avaliações contínuas, de modo a se reavaliar, retroceder, refazer, sem receio do erro;
8. Gerenciamento do escopo do projeto de forma flexível;
9. Estabelecimento de parceria entre os atores envolvidos no desenvolvimento, de modo a evitar relações conflitantes, tendo em mente que todos devem trabalhar juntos para gerar o melhor software;

10. Cultura de melhoria contínua, isto é, permitir que o processo seja melhorado, que se aprenda com os erros e se alcance com segurança e otimização os objetivos previstos.

Esses 10 princípios são justamente aqueles que caracterizam os chamados Métodos Ágeis da Engenharia de Softwares (Cohen et al., 2004), os quais enfatizam comunicações em tempo real, preferencialmente cara a cara, a documentos escritos, interações constantes entre os membros do grupo ágil e a implantação de versões sucessivas do projeto e do software, a fim de que seja possível uma contínua ação de avaliação.

Ágil é uma nova forma de gestão e desenvolvimento de software que usa uma abordagem de planejamento e execução iterativa e incremental voltado para processos empíricos (complexos, caóticos ou com muita incerteza, tem mudança ao longo do processo, não são repetitivos e são imprevisíveis) cujo principal objetivo é entregar o produto que se deseja e que será útil e com qualidade. Agilidade em TI é a capacidade de balancear a flexibilidade e a estabilidade

A adoção da abordagem dos Métodos Ágeis para desenvolvimento dos produtos do Projeto Pelos Caminhos de Darwin, na qual se situam a abordagem helicoidal e a abordagem holística apresentadas na introdução desse texto, permitiu, sobretudo, maior flexibilidade no planejamento das ações, o que uma abordagem tradicional de engenharia de softwares, normalmente baseada em planejamentos rígidos e em resistência a mudanças, não comportaria. De fato, somente uma grande flexibilidade e uma postura positiva dos atores do processo diante de necessidade de mudanças (mesmo em fases finais do projeto), características dos Métodos Ágeis, daria conta do tratamento e do clima de incertezas presentes em procedimentos de engenharia de produtos educativos em situação de pesquisa-ação, como foi o caso. Decisões tomadas em uma abordagem *top-down* teriam gerado estresse e desgaste que comprometeriam a conclusão do projeto. Pelo contrário, buscamos avançar em uma perspectiva de liberdade para que a equipe tomasse decisões em conjunto, distanciando-nos de uma forte concentração em torno da figura de um gerente de projetos, características dos métodos tradicionais de engenharia de softwares. Conforme ditam as regras dos Métodos Ágeis, optamos por compartilhar responsabilidades entre os membros da equipe e por cultivar espírito de colaboração, o que gerou uma comunicação fluída entre todos, o tempo todo. Em outras palavras, ao invés de termos, na equipe, líderes indicando o que fazer e como fazer, buscamos nos auto-organizar e gerar uma divisão de trabalho baseada no entendimento do projeto, nas capacidades individuais e no consenso entre os atores. Uma outra vantagem dos Métodos Ágeis que adotamos em nosso processo de engenharia de softwares, justamente por termos nos afastado do cenário da gerência de projetos, foi a agilidade na resolução de problemas, que não precisavam ser escalonados até um tomador de decisões. Privilegiamos a ação conjunta do time para a resolução dos problemas que iam surgindo e para a corroboração dos insights, das ideias novas e das possibilidades que iam surgindo na medida em que o trabalho avançava. Toda essa perspectiva inovadora nos permitiu trabalhar de forma incremental e com forte apoio em interações entre os membros da equipe, a fim de se obter pequenos resultados que ora nos conduziam em frente, ora nos faziam recuar e rever planos e metas, o que era absolutamente necessário tendo em vista as próprias características da equipe, composta por pesquisadores de

campos de conhecimento distintos, acostumados a trabalhar com abordagens diferentes. Pelo contrário, a adoção de uma metodologia tradicional de engenharia de softwares nos teria remetido ao cenário do planejamento extenso e inflexível, com entrega de produtos em etapas pré-determinadas e em estágios finais de cronogramas.

Uma outra vantagem da adoção de uma abordagem mais ágil em nosso trabalho foi justamente a característica mais holística dada ao mesmo, em que não foi necessária uma etapa extensa de análise de sistemas e de elicitação de requisitos de software, em que uma parte da equipe é deixada de fora. Ao invés disso, buscamos o maior envolvimento possível de todos os pesquisadores, respeitadas as limitações decorrentes da diversidade de campos de conhecimento, em todas as etapas prévias ao processo de engenharia dos sistemas, tomando decisões, indicando caminhos, revendo planejamentos e apontando impedimentos. Para tanto, diversos encontros presenciais foram realizados (todos os pesquisadores estavam em universidades diferentes) e as possibilidades advindas das TICE foram amplamente exploradas como meios para a realização da pesquisa-ação (Skype, WhatsApp, Facebook, e-mail). Além disso, passamos ao largo da geração de documentos de engenharia de software e na geração de mecanismos de controle da atuação dos participantes do processo por meio desses dispositivos. Optamos por agir em função do pragmatismo demandado pela situação, marcada pela criatividade e pela descoberta contínua de novas possibilidades de trabalho e de abordagem do conteúdo. Assim sendo, o procedimento de engenharia dos produtos do projeto Pelos Caminhos de Darwin teve como princípio a adaptação e a instabilidade, apesar da concretude dos produtos visados. Sem dúvida, tivemos que nos adaptar a mudanças de cronograma e a revisão de prazos, o que a situação tanto demandava quanto permitia, o que pode não ser o caso em outros projetos de engenharia de softwares educativos.

A forma de se entender o “cliente” é outro fator determinante em procedimentos de engenharia de softwares para se ensinar e aprender algo, o que também distancia o engenheiro de softwares educativos do engenheiro de softwares para outras situações, como a mera automatização de processos. No caso, se está lidando com o mais complexo fenômeno humano, que é a aprendizagem, a qual funciona de forma diferente em indivíduos diferentes. Assim, os dispositivos computacionais para educação são incapazes de integrar uma previsão do efeito que o conteúdo causará em cada estudante, em cada professor que o utilizar. Nesse sentido, o dispositivo educativo deverá ser um instrumento condutor dos aprendentes às zonas de desenvolvimento proximal, conforme esclareceu Vygotski [11], descritas como a distância entre o nível de desenvolvimento ou de compreensão que o sujeito apresenta e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por desempenhos possíveis, com ajuda de adultos ou de colegas mais avançados ou mais experientes ou, no caso em foco, de dois portais digitais de cunho educativo.

4. REPERCUSSÕES EM PROCESSOS DE ENGENHARIA DE SOFTWARES PARA EDUCAÇÃO

Conforme já enfatizado no texto, o procedimento de engenharia de softwares educativos é extremamente complexo e se distancia

de procedimentos tradicionais justamente porque se lida com imprecisões importantes no que se refere ao modo como o conhecimento veiculado pelo dispositivo será interinado por seus usuários, normalmente indivíduos buscando avançar em aprendizagens. O empreendimento de desenvolvimento dos produtos do projeto Pelos Caminhos de Darwin, que se situou na perspectiva dos Métodos Ágeis de Engenharia de Softwares, nos permite apontar algumas repercussões gerais para procedimentos de engenharia de softwares educativos.

1. É preciso abandonar a segurança de um projeto de sistema definido no início e rigorosamente seguido ao longo do procedimento de engenharia e substituí-la pela colaboração contínua em torno de um projeto mutável em função de interações igualmente contínuas dos participantes com o conteúdo e com o objeto de trabalho.

2. O ciclo de vida das mídias educativas impõe a adoção da interação como princípio fundante do trabalho de equipe, cujo produto não tem um dono indicando caminhos e delimitando a especificação do sistema e a elicitação de seus requisitos computacionais. No caso, deve-se inclusive também falar em requisitos educacionais, os quais são difíceis de serem identificados, dadas as características intangíveis dos processos cognitivos que conduzem à aprendizagem.

3. É patente a dificuldade em se desenvolver a arquitetura do software educativo ao longo do projeto (e não a priori), o que acentua o clima de incerteza e de maleabilidade e pode gerar retrabalhos, como foi o caso no projeto aqui relatado. Essa dificuldade pode ser diminuída quando um arquiteto de softwares experiente ajuda a equipe a propor uma arquitetura inicial, que deve evoluir ao longo do tempo.

4. O desenvolvimento iterativo, interativo e incremental dificulta o processo de engenharia de mídias educativas, pois distanciam os participantes de zonas de conforto baseadas em visões claras do produto visado e do caminho a ser percorrido. É necessário que se imponha um clima de construção e de colaboração permanentes, o qual pode gerar instabilidade, recuos, atrasos, sensação de diferentes níveis de participação e colaboração etc. Isso pode ser combatido pela identificação de etapas que auxiliam no dimensionamento do todo e pela redução da subjetividade das estimativas e por meio de encontros de equipe, presenciais e virtuais, quase catárticos, em que se deve proceder a *brainstormings* e onde se deve coletar insumos para novos avanços, valorizando-se as contribuições de todos, independentemente de sua área de atuação no projeto;

5. A instabilidade de escopo e a incerteza de prazo são elementos constantes que devem ser combatidos pelo vigor da própria equipe e pelo entendimento pleno do produto visado. A mudança de escopo temporal, que pode se refletir em modificações de cronogramas e ter repercussões em elementos como a disponibilidade de participação de atores no projeto e os limites financeiros e operacionais, deve ser trabalhada coletivamente e deve-se visar o melhor produto possível dentro das possibilidades apresentadas pela própria situação.

Considerado o exposto, e na perspectiva do campo da engenharia de mídias para a educação, esse conjunto de recomendações reforça a pertinência da adoção da abordagem dos Métodos Ágeis como estratégia de enfrentamento da complexidade desse campo,

e indica caminhos para investigações semelhantes, em que indivíduos e interação entre eles são mais importante que processos e ferramentas; em que a factibilidade e o funcionamento dos dispositivos são privilegiados em detrimento de documentação de processo; em que a resposta positiva a mudanças de rota e a novas possibilidades são mais importantes do que seguir um plano imutável, previamente estabelecido. A concepção e o desenvolvimento dos produtos digitais de Pelos Caminhos de Darwin nos mostraram que, em tais procedimentos, estratégias de engenharia engessadas inibem o pensamento criativo e impactam negativamente na produtividade da equipe tendo em vista que ferramentas rígidas impedem uma resposta rápida para imprevistos, sem menosprezar o rigor metodológico que deve caracterizar todo processo de engenharia de softwares.

5. FLUXO DE PRODUÇÃO E PRODUTOS

Todo o trabalho se configura como uma pesquisa ação, dentro do paradigma dos Métodos Ágeis de Engenharia de Softwares e para melhor agilidade no desenvolvimento da mídia educativa, as responsabilidades da equipe foram divididas da seguinte maneira:

- Equipe de Design: concepção das interfaces, bem como da avaliação da usabilidade.
- Equipe de Programação: desenvolvimento do livro eletrônico envolvendo tecnologia de Java script, css; implementação dos layouts seguindo os padrões desenvolvidos pela Equipe de Design; construção de protótipos para testes de integração.
- Equipe de Audiovisual: edição de vídeos, inserção de recursos de acessibilidade como legendas, tamanho de fonte.
- Equipe de Conteudistas: especialistas responsáveis por captação de materiais (fotos, vídeos, entrevistas), transformação do material científico em conceitos claros, com uma linguagem apropriada e didática, desenvolvimento de conteúdo, validação e testes do e-book.

A Figura 8 mostra o fluxo de preparação do ebook, onde o material produzido pelos pesquisadores é enviado ao analista tecnológico, que faz a distribuição para as equipes de Audiovisual, de Design ou de Programação. Todo o material produzido é publicado internamente em um espaço em nuvem, de modo que todos os componentes têm acesso ao que o outro grupo está produzindo e a Equipe de Conteudistas analisa o material produzido. Se aprovado, aquele material passa a integrar o projeto final do ebook. Se não, ele retorna para os Pesquisadores para complementação ou alteração.

Embora envolvendo pesquisadores de diversas universidades brasileiras, o projeto integra as ações do Laboratório Ábaco de Pesquisas Interdisciplinares sobre a Informática e a Educação, da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, instituição que disponibiliza o livro digital para todo o país por meio do portal do Museu Virtual de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília (www.museuvirtual.unb.br).

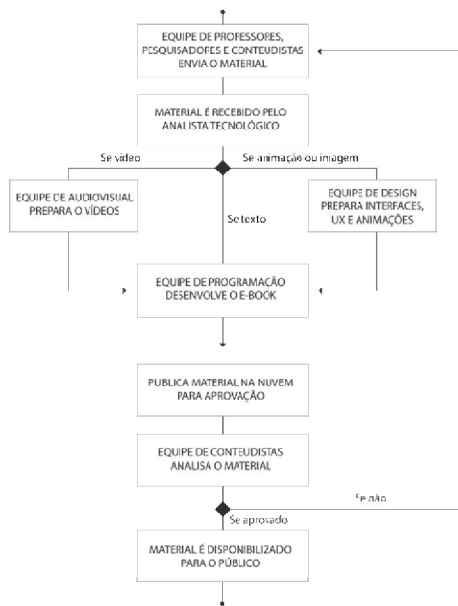


Figura 8 - Fluxo de Produção do ebook

O livro digital consiste em um dispositivo multimídia que integra diferentes possibilidades de navegação e de interação com o conteúdo e que traz, para o contexto da relação educativa, dinâmicas tecnológicas de construção do conhecimento que, fora da escola, avançam de vento em popa. Comumente definidos como qualquer conteúdo de informação, semelhantes a um livro, só que em formato digital, que podem ser lidos em equipamentos eletrônicos diversos - computadores, tablets, leitores de livros digitais ou até mesmo em celulares que suportem esse recurso -, os livros digitais se distinguem dos livros impressos justamente porque ampliam o conceito de livro e se distanciam do paradigma dos textos e das imagens estáticas. O livro digital é bastante ancorado no conceito e nas possibilidades da hipermídia, na medida em que podem usufruir de todas as possibilidades geradas pelas tecnologias digitais com relação à interatividade, à hipertextualidade, à convergência de mídias e de linguagens, de modo a otimizar a experiência do usuário em seu percurso no objeto de aprendizagem e, consequentemente, essa última. Permite também a integração de recursos textuais e imagéticos variados, incluindo animações e simulações, o que faz do livro digital um material didático único e inovador. A Figura 9 apresenta o mapa conceitual do conteúdo do e-book.

O material multimídia disponibilizado no ebook foi produzido durante as viagens da equipe a Ilhas de Galápagos, a Terra do Fogo (Chile), Patagônia (Argentina), Rio de Janeiro, Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Pernambuco) e Arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco). Selecionar dentre os filmes, fotos e entrevistas produzidos ao longo dessas viagens foi um desafio enorme.

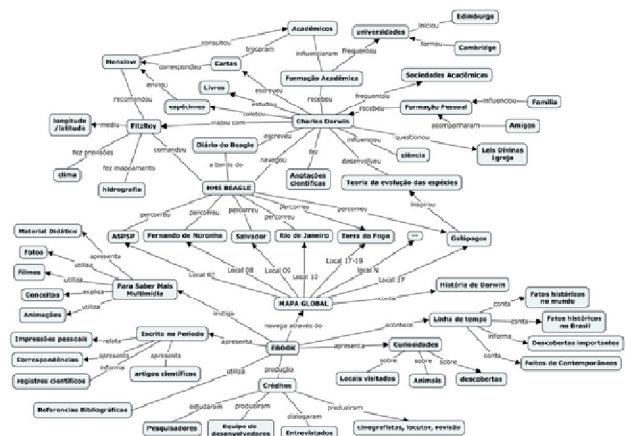


Figura 9 - Mapa conceitual do e-book

Os pesquisadores tinham como meta inicial durante as viagens comparar o que estavam vendo com o que Darwin viu, procurando explicitar o seu amadurecimento como pesquisador durante sua viagem de circunavegação no HMS Beagle, por quase 5 anos. Atentos a essa perspectiva, os especialistas procuram produzir adicionalmente conteúdo educacional, apresentando conceitos, explicando efeitos orográficos, climatológicos, geológicos, etc. relatados no Diário do Beagle, nos registros científicos de Darwin ou em suas correspondências, através de animações e simulações. Ao todo, foram produzidos 56 vídeos que foram disponibilizados também no Canal do Youtube: Pelos Caminhos de Darwin.

6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O projeto foi uma oportunidade de experimentação científica da integração de conhecimentos distintos em um mesmo percurso didático, da integração de diferentes abordagens midiáticas em um mesmo dispositivo educativo, de gerenciamento de conhecimentos multidisciplinares e de estruturação do conteúdo.

A concepção e o desenvolvimento dos produtos digitais de Pelos Caminhos de Darwin nos mostraram que, em tais procedimentos, estratégias de engenharia engessadas inibem o pensamento criativo e impactam negativamente na produtividade da equipe tendo em vista que ferramentas rígidas impedem uma resposta rápida para imprevistos, sem menosprezar o rigor metodológico que deve caracterizar todo processo de engenharia de softwares.

A metodologia ágil se mostrou apropriada para o desenvolvimento desse projeto realizado no contexto de uma pesquisa-ação. Foram diversos produtos desenvolvidos ao longo do percurso, e estão todos disponibilizados ao público dois portais digitais, um de contextualização do projeto e outro da apresentação de conteúdo do projeto.

Cabe a experimentação de seu impacto nas escolas para verificar se a estratégia adotada para despertar o raciocínio lógico-dedutivo nos estudantes foi efetiva.

7. AGRADECIMENTOS

A realização desse ambicioso projeto só foi possível graças ao suporte financeiro do Ministério das Cidades, por meio do Projeto Denatran, para o Departamento Nacional de Trânsito. Agradecemos a preciosa colaboração de Grace Pesantez e de Bolívar Pesantez, que nos acolheram e acompanharam nas Ilhas Galápagos; da família Bely (Olga, Sophie e o Oleg), que nos conduziu, no veleiro Kotik, pela Patagônia e pela Terra do Fogo; ao Gabriel Max, que nos acompanhou na Argentina e no Chile; ao Gonzalo Pallares, que nos acompanhou no Equador, e à Marinha do Brasil, nas pessoas do Comandante Roberto Carvalho, da Tenente Alcione Santiago e da tripulação do Navio Patrulha Oceânico Araguari, que possibilitaram e acompanharam visita de parte da equipe aos Arquipélagos de São Pedro e São Paulo e de Fernando de Noronha. Aos cinegrafistas Diogo Fagundes e André Delacerda que nos acompanharam no Rio de Janeiro. Ao Almirante Armando de Senna Bittencourt, diretor do Patrimônio Histórico e de Documentação do Rio de Janeiro e ao professor Ildeu Castro Moreira da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelas entrevistas concedidas no Rio de Janeiro. Também à equipe de engenharia de softwares do Instituto UFC Virtual - Paulo Andre Lima Pequeno, Cleber Bezerra de Sena, Jeovania Lopes Abreu, Caio Felipe de Sousa, Iranilson Pereira Barbosa e Walmon Chaves -, nosso agradecimento.

8. REFERÊNCIAS

- [1] Ferreira, B. *O uso da gamificação como estratégia didática na capacitação de professores para o uso de softwares educativos*. Dissertação (Mestrado em Educação, Universidade de Brasília, Brasília (DF), 2015a.
- [2] Ferreira, B. Siga: Um framework para a formação de professores para a utilização do GGBook. In Lacerda Santos, G., *Gamificação como Estratégia Educativa*, p. 147-171. Brasília (DF), Editora Link, 2015b.
- [3] Lacerda Santos, G. Proposta de uma estratégia holística para a engenharia de softwares educativos. *IV RIBIE: Anais do Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa*, Brasília/DF, disponível em http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/208.pdf, 1998.
- [4] Lacerda Santos, G. A promoção da inclusão digital de professores em exercício: uma pesquisa de síntese sobre aproximações entre professores, novas mídias e manifestações culturais emergentes na escola. *Inter-Ação*, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 529-543, set./dez., disponível em <https://revistas.ufg.emnuvens.com.br/interacao/article/viewFile/28790/17722>, 2014.
- [5] Lacerda Santos, G., Motta, C. L. R., Pequeno, M., Hauff, S. N., Loyolla, I. N., Campos, H. L. e Barbosa, J. P. (2015). Pelos Caminhos de Darwin: um material multimidiático interativo de divulgação científica. *Anais do TISE 2015*, p. 249-260, disponível em <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/249-260.pdf>.
- [6] Lacerda, R. e Lacerda Santos, G. Proposta de um modelo de análise de requisitos suscetível de subsidiar o processo de desenvolvimento de softwares educativos. *Anais do XIV Congresso Internacional de Informática Educativa*, disponível em http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/24.pdf, 2009.
- [7] Lacerda Santos, G.; Lacerda, R. A.; Souza, A. M.; Muniz, C. A.; Felix, T. E.; Branco, M. L. C.; Alves, F. A.; Santana, R. e Fernandes, R. S. Hércules e Jiló no Mundo da Matemática: Pesquisa e desenvolvimento de um SE para educação inclusiva. *Anais do EUROMIME 2014, Université de Poitiers* (França), disponível em https://euromime2012-2014.wikispaces.com/file/view/Articulo_portugues.pdf, 2014.
- [8] Lacerda, R. A. *Proposta de um modelo para análise de requisitos de software educativo*. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- [9] Letti, M. M. *A construção de uma educação voltada para a emancipação humana por meio da organização da escola em rede distribuída*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, 2016.
- [10] Nóbrega, J. C. C. *GGBOOK: uma plataforma que integra o software de geometria dinâmica Geogebra com editor de texto e equações a fim de permitir a construção de narrativas matemáticas dinâmicas*. 246 f., il. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- [11] Vygotski, L.S. (1984). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.