

Química em Diálogo na Educação do Campo: Um Estudo Sobre a Participação de Jovens do Ensino Médio no Desenvolvimento de Jogos Digitais

Flávia M. A. Peres¹, Taciana Pontual Falcão², Dyego C. S. Morais³, Jhonatan R. S. Aquino⁴

¹Departamento de Educação, ²Departamento de Computação e ⁴Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife-PE – Brasil

³Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife-PE – Brasil

peres.flavia@gmail.com, taciana.pontual@ufrpe.br, moraisdcs@gmail.com, jhonatanrafaeld13@gmail.com

Abstract. *Young students from rural areas go through difficulties through their formal education, such as lack of contextualization of curricular contents for their reality. Rural education can minimize these problems based on guidelines which favor sense-making about scientific concepts, establishing relationships with daily life, and putting the potential of transformation in evidence. This work presents results from a research about the development of digital educational games with the participation of students from a school in the rural area of the state of Pernambuco, following the DEMULTS methodology. Results point to learning of Chemistry concepts integrated with themes from the rural territory and competences in design and programming.*

Keywords: *Rural Education; Participatory Design; Digital Games.*

Resumo. *Os jovens do campo vivenciam dificuldades na educação formal, como a ausência de contextualização de conteúdos curriculares para sua realidade. A educação do campo pode minimizar esses problemas a partir de diretrizes que favorecem a produção de sentidos sobre os conceitos científicos, relacionando-os ao cotidiano, e evidenciando um potencial transformador. Esse trabalho apresenta resultados de uma pesquisa participante sobre o desenvolvimento de jogos digitais educacionais, com a participação de educandos de uma escola da zona rural de Pernambuco, seguindo a metodologia DEMULTS. Os resultados apontam para aprendizagem de química entrelaçada ao cotidiano do território rural e às competências em design e programação.*

Palavras-chave: *Educação do Campo; Design Participativo; Jogos Digitais.*

1. Introdução

A expressão Educação do Campo [Santos 2013], apesar da polissemia que a envolve, pode ser apresentada como uma educação para “povos do campo”, devido às tendências político-pedagógicas que vêm se estabelecendo por meio de diretrizes específicas. Esta se origina com base em discussões, reflexões e reivindicações de grupos sociais específicos que defendem a ideia de um território rural, onde se pode destacar um movimento contra-hegemônico que não atribui à zona rural uma área apenas produtora de mercadorias, movida pela industrialização da agricultura ou pecuária, mas sim um contexto com múltiplas dimensões onde a vida acontece. Ou seja, compreende o campo como um lugar de vida para construção de identidades e produção de sentidos sobre a realidade. Favorecer uma ação mediada por significados científicos, capazes de beneficiar experiências para uma vida sustentável no território rural, passa a ser a principal função da educação escolar.

As diretrizes da Educação do Campo são documentos legais cujas linhas são compostas pela defesa de uma educação em que as situações cotidianas dos estudantes merecem ser base para as propostas educacionais que se orientem a esses sujeitos [Caldart 2011], bem como estejam pautadas pela luta contra a hegemonia do capital na zona rural. Porém, no geral, entendemos que as escolas situadas em zonas rurais não alcançam os ideais das diretrizes de Educação do Campo, e os materiais didáticos, assim como as representações dos conceitos, são pautados por significados que não dão conta da vida no campo, como apontado por Pavanelli (2012). As diretrizes firmam-se por parâmetros diversos que, amplamente, Santos (2013) considera abarcar a pedagogia popular de Paulo Freire, as pedagogias da prática, a pedagogia histórico-crítica, a pedagogia crítico-social dos conteúdos, as experiências das práticas educativas do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra - MST, as Escolas Familiares Agrícolas – EFA na pedagogia da alternância, e a educação contextualizada na perspectiva da Rede de Educação do Semiárido Brasileiro - RESAB.

Alguns estudos mostram que os jovens rurais utilizam internet, redes sociais e já se apropriaram de muitos elementos dos contextos informatizados, transformando-se em agentes formadores de opinião da família [Aggege 2011]. De acordo com Tauk Santos e Lima (2006, p.130-131), no entanto, “o acesso aos bens materiais e imateriais se dá de forma incompleta, desigual, desvinculada”. Mantêm-se, no meio rural, restrições na disponibilização de infraestrutura de acesso a produtos e serviços digitais, tornando jovens moradores de tais territórios com níveis inferiores de acesso e apropriações em relação aos seus correspondentes moradores das áreas urbanas, gerando distanciamentos importantes em relação às práticas existentes no meio rural [Passarelli e Junqueira 2012]. Consideram-se, nesse cenário, necessidades de práticas e estudos que alinhem a discussão de tecnologias, como jogos digitais educacionais, considerando um usuário do campo ou um sujeito que vive em contextos rurais.

Neste trabalho, lançamos reflexões sobre essa discussão, ao propormos uma pesquisa participante em que foi valorizada a participação de jovens do ensino médio de uma escola situada na zona rural, inseridos no processo de desenvolvimento de jogos digitais educacionais voltados à temática da sustentabilidade. A inserção é feita com a mediação de universitários em computação, design e química, e pesquisadores colaboradores ligados a essas áreas do conhecimento.

Este artigo encontra-se dividido em três seções: na primeira parte, discutimos a concepção de aprendizagem que orienta as ações metodológicas na pesquisa, apresentando conceitos da escola de Vigotski (1988); na segunda, caracterizamos a metodologia DEMULTS - Desenvolvimento Educacional de Multimídias Sustentáveis, as ações dos pesquisadores na organização de Comunidades de Prática na escola, e os aspectos metodológicos do DEMULTS, que são orientados por ações de Design Participativo (DP) [Bodker et al. 2000] e Programação pelo Usuário Final (PUF) [Barbosa 1999]; em seguida, analisamos alguns enunciados ocorridos nas interações que demonstram aprendizagem de conceitos de Química e suas relações com o design da interface do jogo desenvolvido.

2. A Abordagem Histórico-Cultural de Vigotski nas Práticas de Educação do Campo com Tecnologias

Segundo Vigotski (1988), a aprendizagem de um sujeito precisa da interação com os outros sujeitos e com os artefatos culturais de seu tempo histórico, marcando-se pelas condições sociais da existência. Considera-se que o indivíduo sozinho, isolado do convívio de outros coespecíficos, não conseguiria se desenvolver em proporções necessárias para a aprendizagem e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, as quais são mediadas por signos e instrumentos. Esses signos e instrumentos internalizados, tornam-se mediadores e orientam internamente os sujeitos em suas ações, passando a ser um elo entre as ações do sujeito e sua realidade, e influenciando no planejamento de ações, nas funções de percepção, memória, atenção, imaginação e em todos os fenômenos psíquicos, como o pensamento.

Vigotski propõe que há conhecimentos que são frutos da aprendizagem cotidiana, desenvolvendo-se como conceitos espontâneos, e outros conhecimentos que só se desenvolvem a partir de relações organizadas com fins de ensino, os conceitos científicos. Ambos devem se manter em processo de desenvolvimento, em um movimento dialético. Em outras palavras, o conhecimento científico é definido pelos conceitos que construímos por meio de instrução deliberada e está amparado pela organização sistemática que só será acessível à humanidade com base em atividades de ensino, na escola ou em ações de tutoria, tomando como suporte livros, artigos, internet dentre outros artefatos que disponibilizam significados de acordo com o que ciência explica e como esta evolui; e o espontâneo é o tipo de conhecimento que aprendemos na vida cotidiana, e desenvolvem-se como conceitos que emergem de nossas interações no dia-a-dia, sem a necessária mediação signica deliberada. Em culturas escolarizadas, é

fundamental que esses conceitos dialoguem entre si, possibilitando, a partir da relação entre os níveis de conceitos científicos e espontâneos, a transformação dos sujeitos e do social, em consonância histórica e dialética.

A relação entre o que os sujeitos trazem de suas vivências diárias e o que a ciência construiu deve transformar-se na atividade escolar, permitindo que a abstração própria dos significados produzidos pela ciência seja internalizada e promova nos sujeitos a produção de novos sentidos sobre sua realidade concreta. Os conceitos espontâneos que seriam a bagagem de vida que cada um de nós aprende cotidianamente em nossas interações diárias, explicam os conceitos científicos, e o mesmo acontece de forma que o científico explica os conceitos do cotidiano. Essa relação entre os conceitos e conhecimentos une a psicologia histórico-cultural de Vigotski (1988) à Pedagogia histórico crítica dos conteúdos, de Saviani (2000), e orienta as ações metodológicas do DEMULTS-Campo, aqui apresentadas.

As tecnologias utilizadas nas atividades de desenvolvimento de jogos digitais no DEMULTS não são tomadas como “um destino” da humanidade, que conseqüentemente deveria ser internalizado pelos sujeitos dos contextos rurais. Diferentemente, entende-se que o desenvolvimento de jogos digitais por educandos de escolas situadas no campo pode favorecer aos sujeitos a transformação das próprias tecnologias, pela apropriação das práticas de desenvolvimento das mesmas, em um processo que integra significados dos contextos de vida com significados típicos de contextos escolares, como os conceitos científicos. A ideia de apropriação é aqui entendida com base na ideia de internalização vigotskiana, que implica em algo que advém de processos intersíquicos, ou intersubjetivos que, pelas interações dos sujeitos, passam a integrar processos intrapsíquicos.

Outro aspecto teórico que norteou a metodologia do DEMULTS foi sua reflexão sobre Zona de Desenvolvimento Proximal. Em Vigotski (1988), a ZDP pode ser compreendida como um espaço simbólico entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, este existindo apenas como broto, na iminência de se tornar real, mas apenas com o auxílio de outros sujeitos passa a se desenvolver. Nesse espaço, os sujeitos que ainda não desenvolveram determinadas funções psíquicas, ao interagirem com outros sujeitos de níveis diferentes, se desenvolvem para um nível real acima, ampliando o que está em potencial.

Os sujeitos em interação nas atividades escolares avançam e transformam as funções que estão em broto, a partir das relações entre seus colegas ou pares, e das relações com seus professores, ou outros participantes do processo. À escola, caberia procurar favorecer mediações sociais para o desenvolvimento de conceitos científicos, sendo, neste caso, a ZDP também explicativa para o que ocorre quando os conceitos espontâneos passam a ser mediados pela abstração possibilitada pela ciência e tecnologia. Porém, é importante que se enfatize, chamamos atenção nessa pesquisa para uma interpretação que não hierarquize esses saberes (científicos e cotidianos), mas,

ao contrário, permita que o diálogo entre eles seja mais horizontal, evidenciando também o que pode ser transformado na ciência e tecnologia a partir do que emerge de situações e vivências práticas, cotidianas, espontaneamente em interações variadas.

Ciência e tecnologia são vistas, na perspectiva aqui defendida, como artefatos culturais que abrem possibilidades, mas para que esses artefatos somem-se à luta campesina da Educação do Campo, devem favorecer a sustentabilidade e a humanização em territórios de vida. Como entendemos, o uso de máquinas para acelerar o processo do plantio e colheita, por exemplo, que esmaece o movimento da agricultura familiar, não se soma à luta contra a hegemonia preponderante no campo e afasta o sujeito do território rural, aumentando incidências de migrações para a zona urbana, em vez de abrir possibilidades de projetos de vida e ação no campo.

O DEMULTS-Campo utiliza abordagens participativas orientadas para o Design Participativo e a Programação pelo Usuário Final, e soma-se na defesa da apreensão de tecnologias por jovens do ensino médio, para que a partir de jogos típicos de seu tempo aprendam conceitos científicos de disciplinas escolares, relacionem-os ao seu cotidiano e, ainda, se apropriem de ferramentas sígnicas existentes nas áreas de programação e design, regulares nos contextos informatizados. Sendo baseado em DP [Bodker et al. 2000] e PUF [Barbosa 1999, Morch 1997], os alunos novatos desenvolvem os jogos digitais cujos usuários pressupostos são eles próprios ou seus pares, e outros usuários com perfis de sujeitos que vivem em territórios rurais semelhantes. Em DP, os participantes são co-criadores, e devem possibilitar produção de significados com base em seus próprios sentimentos e atitudes para o artefato [Bodker et al. 2000]. Com uma vasta experiência com DP com crianças, Druin (2002) classifica seus papéis como: usuário, testador, informante e companheiro no design. Particularmente, enquanto companheiro de design dos experts, crianças participantes colaboram com adultos e engajam-se em aprendizagem mútua [Druin 1999]. Inspirado em DP, o DEMULTS vai além desse modelo de DP, por de fato ter participantes como protagonistas (líderes) do processo de design dos jogos digitais, invertendo o nível de participação, com experts sendo seus ajudantes, colaboradores.

É defendido amplamente que jogos educativos têm cada vez mais seu espaço conquistado na aprendizagem escolar, de forma que a ludicidade à qual os educandos são submetidos nos jogos faça com que o aprendizado se torne cada vez mais divertido [Yang e Chang 2013]. No entanto, se esses materiais como jogos digitais não estiverem integrados a um projeto pedagógico mais amplo, com ações que promovam o desenvolvimento real dos sujeitos, podem não levar à aprendizagem de conteúdos. Mais ainda, quando se trata de uma educação para os povos do campo, refletimos que a imposição de jogos digitais criados a partir de exemplos tipicamente advindos de um contexto urbano e sem relação com o contexto campesino acaba por não favorecer a reflexão sobre o cotidiano e a vida em territórios rurais.

Desde 2011, o DEMULTS vem sendo aplicado em escolas públicas urbanas [Pontual Falcão et al. 2017, 2018]. No primeiro ciclo do DEMULTS-Campo, que será mais detalhado a seguir, duas adaptações do modelo nas atividades em contexto de educação do campo foram aplicadas, para compreender a aprendizagem sobre os conceitos científicos, ao longo do processo. São elas: a inclusão de um professor de Química que atua em uma escola de educação do Campo diferente do locus da pesquisa, cujo lugar no processo é de cliente real, ou seja, aquele que solicita o jogo digital educativo à equipe; e a imersão dos alunos participantes em situações práticas para produção de sentidos sobre pH do solo e decomposição orgânica.

3. Metodologia

O DEMULTS vem utilizando-se de uma metodologia que projeta os jogos para além da ênfase na ludicidade, buscando promover a apropriação dos modos de produção, ou das circunstâncias práticas, materiais e discursivas típicas de equipes de desenvolvedores de jogos digitais com fins educacionais. Os usuários potenciais neste ciclo DEMULTS-Campo são os educandos do ensino médio da zona rural, e produzem seu próprio jogo digital, com isso aprendendo tanto os componentes curriculares ou campos da experiência abordados no jogo, quanto significados subjacentes à lógica de programação e design desses artefatos. O processo de desenvolvimento dos jogos digitais passa a ser fundamental à aprendizagem dos conceitos, tornando-se, ao mesmo tempo, processo-produto de aprendizagem. Durante o processo, os educandos se engajam em atividades interativas, criadas no contexto escolar como Comunidades de Prática (CP) [Lave e Wenger 1991], em que vivenciam com especialistas em Design, Programação e em conteúdos curriculares específicos – neste ciclo relacionados à Química - um contexto típico de desenvolvedores de jogos digitais, com intensas trocas dialógicas. Uma CP reúne pessoas com diferentes níveis de conhecimento e competências (chamados de especialistas e novatos), que compartilham um objetivo comum e interagem para atingi-lo colaborativamente. Para a concretização dos objetivos de sua CP, o DEMULTS utiliza DP [Bodker et al. 2000] e PUF [Barbosa 1999], para que educandos novatos na comunidade de prática desenvolvam jogos digitais cujos usuários pressupostos são eles próprios, seus pares e outros usuários com perfis semelhantes. Pelo DP, os participantes são co-criadores, e produzem significados com base em seus próprios sentimentos e atitudes para o artefato [Bodker et al. 2000].

A metodologia de pesquisa participantes realizada no DEMULTS, com intervenções dos pesquisadores no contexto de uma escola no Ensino Médio, está situada na zona rural de Pernambuco, neste ciclo. Também no atual ciclo, a equipe foi composta de cinco pesquisadores: dois especialistas em programação; dois especialistas em Química; e um especialista em Design. Houve ainda outros colaboradores do projeto que se responsabilizaram mais pelas questões éticas e burocráticas com a escola e os educandos, e na Comunidade de Prática colaboraram na organização da agenda de encontros e relações institucionais. Houve um treinamento para os especialistas com

workshops formativos sobre programação em blocos, referente ao programa Stencyl, usado na programação do jogo digital no DEMULTS; e sobre design, através do programa Inkscape.

A escola, locus da pesquisa, foi escolhida a partir de uma lista de 70 escolas, consideradas “escolas estaduais do campo”, com base em diálogos e reuniões com a Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Entre as escolas “certificadoras rurais” da lista (ou seja, que passaram por capacitações para a educação do campo), também foram considerados aspectos como mobilidade dos pesquisadores e receptividade da gestão da escola para a escolha. Nas visitas iniciais, definiu-se o cronograma com a gestora e a coordenação, e estabeleceu-se todo o programa de pesquisa, distribuído na área interdisciplinar em que se encontra: computação, educação do campo e psicologia.

A aplicação do DEMULTS teve as seguintes fases:

Apresentação: após uma apresentação dialogada com slides, aplicou-se um questionário para verificar habilidades, interesses, e outras características amplas que já foram verificadas em ciclos anteriores do DEMULTS como sendo importantes para a participação e engajamento.

Delimitação temática e conceitual do jogo: neste ciclo, foi introduzida esta etapa de contato com um “cliente real”, que tinha interesse no jogo digital educacional a ser projetado e desenvolvido, voltado a componentes curriculares da Química no ensino médio. Esse cliente foi um professor de Química do ensino médio, de uma outra escola do campo, situada em Orobó-PE, que se interessa por jogos para utilizar em sequências didáticas planejadas para o trabalho com seus educandos. Esse professor sugeriu algumas temáticas com conteúdos considerados de difícil explanação e contextualização com o cotidiano dos educandos. As temáticas sugeridas pelo cliente sobre o jogo, para que fossem exploradas e cujos conceitos fossem efetivamente implementados no jogo, diziam respeito a aspectos da disciplina que ministra. A inclusão do cliente nas etapas do DEMULTS foi novidade no atual ciclo voltado ao campo. Após a apresentação do cliente aos novatos, estes entre si, e em discussões com os especialistas de Química, elegeram o tema “Compostagem”.

Imersão: esta etapa realiza-se em contexto de prática, com aplicação de conceitos e técnicas relacionados ao tema escolhido. Como o tema foi Compostagem, os conceitos relacionados centralizaram-se sobre conteúdos de química como pH do solo e decomposição orgânica. Para imersão propriamente dita, os educandos vivenciaram na escola o desenvolvimento de uma composteira. Com o andamento da composteira houve a imersão no conceito e, concomitantemente, partiu-se para o desenvolvimento da mídia.

Desenvolvimento: inicialmente, há um momento de *brainstorming*, em que, mediados pelos significados de especialistas desenvolvedores, os educandos novatos vão livremente elencando palavras relacionadas ao tema central do jogo e à própria

mecânica do jogo. Inicia-se então o processo de prototipagem por meio de *storyboard*. Logo após a definição da narrativa do jogo inicia-se a construção do jogo com as equipes de programação e design, assessorados pelos especialistas em Química. Toda a construção do jogo conta com auxílio dos especialistas, sendo suas vozes muito importantes no tocante aos conteúdos, para a representação mais múltipla e precisa do conceito desses na interface.

Aplicação: apresentação ao cliente e testes com educandos da escola pelos desenvolvedores novatos. Nesse ciclo, a versão beta foi apresentada ao cliente, mas ainda será testada com educandos.

Todo esse processo, descrito como metodologia DEMULTS, foi adaptado ao contexto da zona rural para: favorecer mediações científicas ao contexto dos jovens rurais, com um olhar para a sustentabilidade; e dialogar com professores de ensino médio de escolas do campo, para inserção de materiais didáticos que favoreçam exemplos e discussões típicas de contextos campestres em suas práticas. O processo como um todo é objeto de estudo nesta pesquisa participante aqui apresentada. Especificamente, focalizamos as interações dos educandos relacionadas aos conceitos científicos e espontâneos da compostagem e sua organização na interface do jogo.

Para a construção de dados, realizamos questionários, entrevistas, observações participantes e videografias de todo o processo. Para a análise dos dados, mantivemos um olhar eminentemente qualitativo, amparado por elementos de uma análise discursiva enunciativa [Bakhtin 1994], em que visamos à compreensão dos jogos dialógicos no espaço simbólico da ZDP, entre novatos e novatos, novatos e especialistas, novatos e cliente. Os enunciados que dialogaram com a construção do conceito de pH e decomposição orgânica foram nossa unidade de análise, envolvendo relações científicas e cotidianas nos significados apropriados durante o processo.

Todos os 25 educandos que demonstraram interesse em participar do DEMULTS nos questionários iniciais foram selecionados. No entanto, apenas 9 permaneceram engajados até o início da fase de desenvolvimento do jogo; e apenas dois educandos permaneceram até a apresentação do jogo ao cliente, sendo estes dois os que de fato estiveram presentes e engajados em todo o processo. Os motivos do engajamento e desengajamento já foram estudados em outros ciclos [Pontual Falcão et al. 2018], mas merecem novas considerações específicas do contexto rural. Entretanto, não sendo objetivos deste artigo, não serão aqui explorados.

4. Resultados e Discussões

Como resultados, podemos apontar alguns aspectos importantes sobre a adaptação do DEMULTS ao contexto rural e as implicações disso sobre a aprendizagem de campos de experiência em Química e Biologia, por alunos do ensino médio, pela participação nas atividades de DP e PUF, ocasionadas pelas comunidades de prática do DEMULTS.

Pudemos identificar momentos de trocas enunciativas de produção de sentidos por parte dos educandos, que indicam que houve aprendizagem sobre os conceitos científicos de pH do solo e de decomposição orgânica, muito relacionada ao processo vivenciado de construção de uma composteira, que foi determinante para a narrativa do jogo digital desenvolvido. Muitos aspectos da prática vivenciada foram fundamentais para solucionar questões de design, favorecendo dialeticamente tanto a aprendizagem de conceitos científicos de química quanto ações de design da interface.

Como já foi dito, o processo de construção da composteira, para uma imersão no conteúdo, foi uma novidade no atual ciclo do DEMULTS, considerando-se que em ciclos anteriores, ocorridos de 2011 a 2016 [Pontual Falcão et al. 2017, 2018], não havia um momento de imersão nos conceitos científicos a serem focalizados no desenvolvimento do jogo, precedendo esse desenvolvimento. Assim, pudemos observar que houve engajamento e interação entre novatos e especialistas para criação da composteira. É importante indicar que, durante os primeiros encontros na escola, foi apresentada para os novatos, pelos especialistas em conteúdo, uma vivência prática de investigação/observação sobre a escola, de forma a saber o que estava acontecendo com a estrutura da escola que poderia ser relacionado com conceitos de química, que depois poderiam relacionar com os indicados como conteúdos possíveis do jogo, pelo cliente, cuja apresentação se daria na sequência. Os novatos foram divididos em duplas e receberam uma ficha com as seguintes perguntas: *Você considera a sua escola bonita? Você gosta da escola como ela está agora? Como está sendo feito o descarte do lixo pela escola? Existe separação entre resíduos orgânicos e inorgânicos? A merenda te agrada? Existe desperdício de alimento na escola? Será que todos os alimentos que consumimos na merenda são orgânicos? Existe algo na merenda que é industrializado? De onde vêm as frutas e vegetais que consumimos na merenda? A terra (solo) é igual na escola toda? Ex: tem a mesma cor, textura? O ar que respiramos no bairro é limpo? As plantas dos jardins parecem saudáveis? Suas folhas estão amareladas, e/ou ressecadas? Tem alguma planta morta?* Havia ainda, na mesma folha, as seguintes instruções, relativas a espaços distintos do papel: *Utilize esse espaço para anotar tudo o que você consegue observar ao olhar. Utilize esse espaço para as observações feitas com o tato. Esse espaço é dedicado a todas as observações sentidas através do olfato.*

Desta forma os novatos puderam indagar sobre questões sobre as quais estariam insatisfeitos em relação à estrutura física da escola, observando, de forma mediada, seu cotidiano, e aspectos relacionados à possíveis temáticas do jogo, como os tipos de areia presentes em diversos espaços de área livre que a escola possui. Logo após esta atividade, os novatos tiveram acesso à apresentação das necessidades do cliente, o professor de Orobó, com as sugestões sobre conteúdos a serem abordados no jogo.

O momento de apresentação das necessidades pelo cliente mostrou-se relevante para o processo. Percebemos que os educandos ficaram atentos às propostas sugeridas pelo professor cliente, em passagens como a que uma das novatas, a educanda V., observou atentamente o que estava sendo proposto pelo cliente e iniciou o debate sobre

qual dos temas seria escolhido, informando aos outros que, dentre os temas propostos, a compostagem teria boa parte dos outros conteúdos, e assim se ampliariam os subtemas de química do jogo. Os temas propostos pelo professor cliente, foram interpretados pela educanda, em categorias atribuídas por ela mesma a partir dos enunciados do professor, traduzindo para suas próprias palavras, em seu celular, os tópicos sugeridos para serem temas do jogo: 1. *ph do solo; acidez e alcalinidade; correção do solo*. 2. *adubo orgânico (compostagem); reações químicas*. 3. *bioquímica; bactérias fixadoras de nitrogênio; etapas e ciclo (do nitrogênio) e como o homem interfere nesse ciclo; adubação verde*. 4. *agrotóxicos; conscientizar sobre suas implicações de uso reações orgânicas e substâncias*. Esse jogo entre as palavras do professor, carregadas de enunciados científicos, e as palavras da educanda, dialogada com o que o professor apresentou, apontam um processo de ZDP, em que o nível da educanda potencial para a aprendizagem de conceitos científicos é evidenciado.

Por votação entre os alunos novatos, foi escolhida a temática de compostagem. Entre as ações previstas, os novatos ficaram designados a passar informação aos demais educandos da escola sobre coleta de lixo, convocando-os à coleta seletiva. Foram elaboradas placas para colocar no coletor de alimentos, mostrando quais tipos de alimento poderiam ser colocados no recipiente. Nesse contexto, discutiu-se sobre lixo e sobre quais restos poderiam ser aproveitados na composteira, ampliando a interação sobre o espaço simbólico da ZDP, incluindo nesse espaço também *outros sociais* presentes em livros didáticos e sites na internet, a partir das pesquisas em busca de uma compreensão sobre quais restos poderiam favorecer o processo de compostagem. Identificamos que os enunciados deste momento não foram mediados por conceitos científicos como os direcionados ao pH do solo, ou à decomposição orgânica, mas favoreceram os conceitos cotidianos, pela vivência prática que preparava o terreno para dar sentido aos significados científicos.

Verifica-se que a aplicação prática dos conteúdos para o desenvolvimento do jogo favoreceu a produção de sentidos sobre o conceito, como pode ser evidenciado na escolha dos alimentos que seriam componentes do jogo. As relações do conceito de pH do solo com os conceitos cotidianos espontaneamente emergentes nas atividades para construção da composteira foram sendo desenvolvidas através da aprendizagem dos conceitos científicos, e pudemos verificar a ampliação da ZDP nos novatos engajados durante todo ciclo. Os reflexos e refrações dos enunciados do momento da construção da composteira são percebidos em vários outros enunciados ao longo do processo de desenvolvimento do jogo, como no momento do *brainstorming*, onde os novatos se mostraram bastante motivados para atividade com os temas sugeridos, ativamente levantando enunciados sobre os temas propostos, como pode ser visto na Figura 1.

coletar frutas que caem do topo da tela para regular o pH do solo, que está ácido demais e precisa ficar neutro (atingindo pH 7).

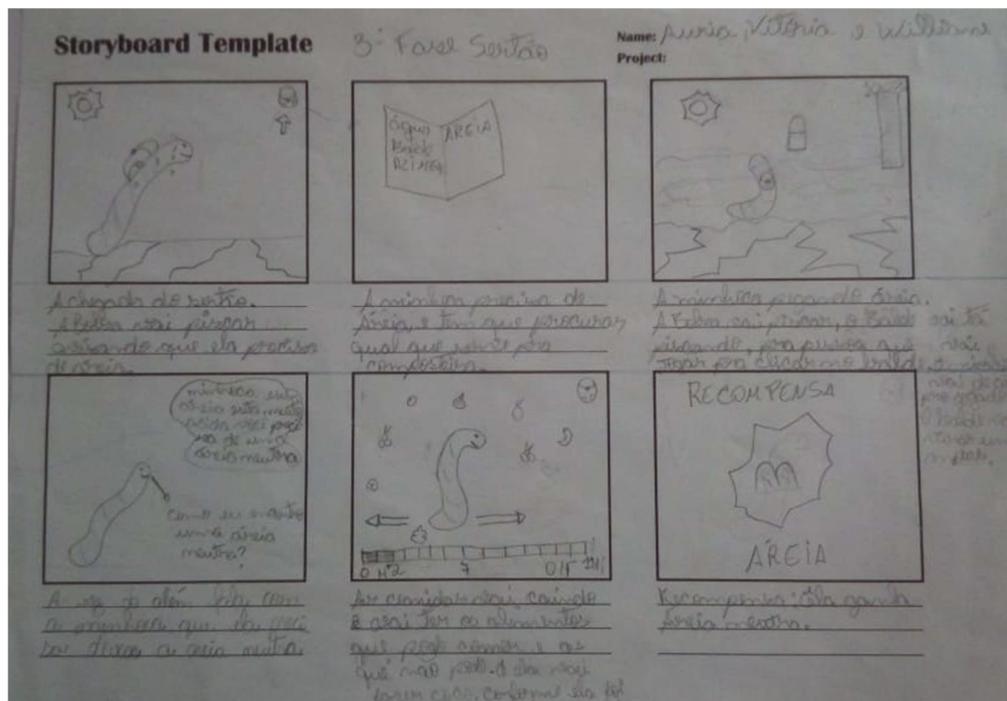


Figura 2. Storyboard com detalhes realizados pelos estudantes participantes sobre o reino “Minhocolândia” – fase 3.

Observamos nesse processo várias passagens de enunciados dos educandos que explicitam os momentos da imersão prática para a construção da composteira. A própria ideia de um reino de minhocas foi decorrente dessa imersão inicial para o desenvolvimento da composteira, em que uma das dificuldades vivenciadas foi conseguir minhocas para agilizar o processo de decomposição e alteração do pH. No jogo projetado, o jogador tem um certo tempo para fazer a coleta das frutas e obter a areia e os alimentos como recompensa, retornando ao reino para fazer a composteira, salvar a floresta e gerar novamente energia. Assim, evidenciamos, nessa etapa de desenvolvimento do jogo, muitos significados nos enunciados que atestam aprendizagem de química, na correlação entre o potencial hidrogeniônico das frutas com o solo, e o processo de compreensão sobre a construção de uma composteira.

Vale salientar que após os novatos escolherem o tema para desenvolver o jogo entre os temas propostos pelo professor cliente, foram realizadas duas aulas pelos especialistas de química, aprofundando o conteúdo científico relacionado ao pH do solo, dando uma dimensão conceitual aos enunciados sobre o assunto, mediado por exemplos cotidianos. Pelos diários de campo e vídeos dos encontros, percebemos a regularidade de enunciados dos educandos que demonstraram desconhecimento sobre aspectos básicos conceituais de química, como os conceitos científicos referentes a elementos como Carbono, seu símbolo C, e sua relação em CO₂. O desconhecimento sobre as questões sobre pH também ficou evidente, nos primeiros encontros. Sendo assim, foram

demonstrados os conceitos de pH, barra de pH e fórmulas de substâncias que os novatos usam diariamente em casa, com enunciados científicos que desciam para dialogar com os cotidianos. No segundo encontro com fim de trabalhar os conceitos que seriam implementados no jogo, os enunciados dos especialistas giraram em torno da demonstração sobre o fato de que não são as frutas que balanceiam o pH do solo, e sim compostos advindos de sua decomposição. Nesse processo de quebra de partículas e transformações moleculares (a fermentação), as bactérias começam a digerir os açúcares contidos nas cascas e polpas das frutas e verduras. A necessidade de encapsular todas essas discussões em representações no design da interface foi mobilizadora de enunciados carregados de conceitos científicos, que para fazer sentido aos estudantes e mesmo aos outros da equipe de desenvolvedores não ligados à Química como disciplina, precisaram relacionar-se continuamente com situações práticas, cotidianas, como o processo de compostagem.

A Figura 3 (esquerda) mostra o caderno de um novato que organiza os conceitos de como a barra de pH seria representada na interface do jogo, relacionando conceitos científicos com design de interface. Pode-se observar que os conceitos sobre ácido e base foram desconstruídos e reconstruídos por relacionarem-se com significados científicos centrais para compreensão dos conceitos de H^+ para acidez, e $-OH$ para alcalinidade. Assim, tivemos a evolução de um nível potencial na ZDP, adquirido na vivência de desenvolvimento da composteira, em que emergiram conceitos espontâneos, para um nível real de conceituação científica, aprendido pela interação com especialistas para favorecer os conceitos de química, propriamente ditos.

A Figura 3 (direita) mostra a interface dessa fase do jogo, com os detalhes da barra de pH e de várias frutas que caem para a minhoca poder balancear o pH do solo. A escolha das frutas, atentando para o balanceamento do pH e todos os significados científicos que permearam essa escolha, são fortes indicadores da inter-relação da aprendizagem de DP e conteúdos escolares, encapsulando-se na organização da interface pelos educandos participantes. As frutas foram escolhidas e desenhadas pelos educandos, e o comportamento da minhoca também foi programado por eles, com mediação de enunciados dos especialistas.

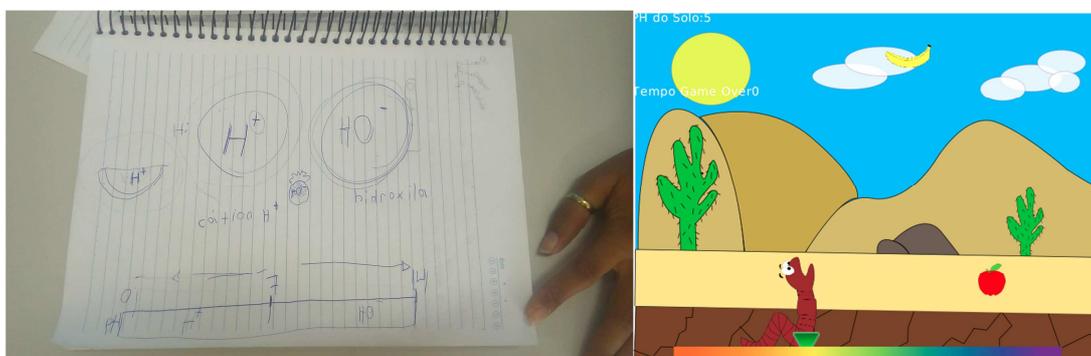


Figura 3. À esquerda, anotações dos educandos sobre barra de pH e frutas do jogo. À direita, interface da fase 3 do jogo, com a barra de pH na parte inferior.

4.2 Apresentação do jogo

Uma versão beta do jogo foi apresentada ao professor cliente, e foi possível constatar nesse momento o domínio do conteúdo de química aplicado no jogo pela educanda R., invocando conceitos científicos e relacionando-os com o processo cotidiano vivenciado no DEMULTS. Já o educando W. criou simbologia sobre o conteúdo, uma espécie de mediação simbólica para a representação do conceito científico na interface, demonstrando saber como funciona o movimento da barra de pH no jogo. Entretanto, não soube explicar o conceito de pH: enunciou que a acidez faz com que o valor diminua e a alcalinidade/basicidade aumente, mas não conseguiu relacionar com os conceitos científicos e cotidianos. Em contrapartida, W. demonstrou apropriação de ações para programação em blocos, e conseguiu resolver problemas de design e programação, articuladamente, para o funcionamento da barra de pH. Pudemos perceber ao longo dos encontros sua motivação, aptidão e desejo pela prática de desenvolvimento de jogos digitais, pois começou a fazer um outro jogo por conta própria, em momentos livres em sua casa, sem indicação dos especialistas.

No momento da apresentação do jogo, o professor cliente, em interação com os novatos, produziu enunciados que demonstraram satisfação com a forma como o conteúdo foi organizado na interface e com potenciais usos: “A fase apresentada é uma excelente forma que pode ser usada para explicar os conceitos de pH em sala de aula, devido à ludicidade do jogo, e os educandos verem o que acontece realmente na prática na barra de pH, a qual só veem teoricamente em sala de aula, devido ao fato de que nem todas as escolas dispõem de laboratórios químicos para prática laboratorial.” Ele também indagou sobre a escolha do tema pH do solo e compostagem, ao que a educanda R. lembrou enunciados que remetiam à atividade de imersão. Disse que a escolha tinha se dado porque viram que havia diferentes tipos de terra no solo da escola, com areias de cores diferentes, e que a ideia era balancear o pH daquele solo para poder desenvolver uma horta, no futuro. Observamos nesse enunciado uma compreensão sobre pH do solo a partir de relações com o cotidiano e suas vivências, e o quanto a atividade de imersão parece ter favorecido esse processo de relação entre conceitos científicos e cotidianos, e entre as vozes dos novatos e especialistas.

5. Considerações Finais

A metodologia DEMULTS, que tem vários ciclos [Pontual Falcão et al. 2017, 2018], foi adaptada no ciclo aqui apresentado ao contexto da zona rural, para favorecer mediações científicas aos jovens desse território, com um olhar para a sustentabilidade; e dialogar com professores de ensino médio de escolas do campo, para inserção de materiais didáticos que favoreçam exemplos e discussões típicas de seus contextos materiais de existência. A apresentação do jogo para um cliente, somada à fase de imersão conceitual, foram as duas principais inovações, e mostraram, pelas análises, representar uma adequação necessária à educação do campo, favorecendo a apropriação de conceitos que beneficiem uma percepção dos jovens do campo mediada por significados

variados que relacionem o conhecimento desenvolvido pela humanidade ao longo de sua história, a favor de uma vida sustentável em contextos campestres.

A fase de imersão ajudou a superar duas barreiras percebidas em ciclos anteriores: a defasagem de aprendizagem dos educandos em relação ao seu ano escolar; e a percepção de conteúdos científicos como entediantes e desconectados da realidade dos educandos [Pontual Falcão et al., 2017]. Os especialistas tiveram um papel-chave no favorecimento de relações entre os conceitos científicos referentes ao conteúdo escolhido e o cotidiano, para que a criação do jogo se desse de forma a beneficiar, aos novatos, a apropriação de conhecimentos científicos contextualizados. A apresentação do protótipo do jogo ao cliente foi reveladora de duas ações de aprendizagem no processo: uma aprendizagem mais técnica-operacional, enunciada pelo educando W., que dialoga com vozes de designers e programadores; e uma aprendizagem mais científica conceitualmente, da educanda R., que apesar de dialogar com programadores, aponta em seus enunciados para um forte diálogo com as vozes dos especialistas em química. Além disso, reforçou-se a importância do envolvimento efetivo e afetivo dos especialistas no processo, para a motivação dos novatos [Pontual Falcão et al., 2017].

Ainda assim, permanecem os questionamentos acerca de evasão e motivação, e pretende-se, na continuidade deste ciclo do DEMULTS, bem como estudos futuros a ele relacionados, verificar o que pode ter favorecido os diversos perfis motivacionais dos educandos R. e W., atuando em suas ZDPs, que culminou em aprendizagens diferentes. Torna-se importante compreender aspectos do processo que podem favorecer mais ações que beneficiem o desenvolvimento do perfil de R., considerando-se que essa aluna articulou mais apropriadamente os conceitos científicos, para um nível real de desenvolvimento, em relação com os cotidianos do campo.

Referências

- AGGEGE, S. (2011) O poder da maioria. In: Revista Carta Capital, São Paulo: 4 de maio de 2011 ano XVI nº 644 p. 18-22.
- BARBOSA, S. D. (1999) Programação via Interface. (Doctorate), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BODKER, S.; EHN, P.; SJÖGREN, D.; SUNBLA, Y. (2000) Co-operative design - perspectives on 20 years with 'the scandinavian IT design model'. In Proc. of the nordic conference on human-computer interaction - NordiCHI, Stockholm.
- BAKHTIN, M. (1994) Estética da criação verbal. São Paulo: Martins Fontes.
- CALDART, R. S. (2011) Dicionário da Educação do Campo. (Org.) Rio de Janeiro: IESJV, Fiocruz, Expressão Popular.
- DRUIN, A. (1999) Cooperative inquiry: Developing new technologies for children with children, In: Proc. CHI 99, ACM Press.

- DRUIN, A. (2002) The role of children in the design of new technology, *Behaviour & Information Technology* 21(1), pages 1-25.
- LAVE, J.; WENGER, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MORCH, A. (1997) "Three levels of end-user tailoring: Customization, integration and extension". In: M. Kyng & L. Mathiassen (Eds.), *Computers and Context* (pp. 51-76). Cambridge, MA: MIT Press.
- PAVANELLI, J. A. P. (2012) *Educação do campo e ensino de ciências: Desafios e propostas a partir de princípios agroecológicos*. Monografia (Monografia de Estágio Curricular), Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP/SP.
- PASSARELLI, B. e JUNQUEIRA, A. H. (2012) *Gerações Interativas Brasil – Crianças e Adolescentes diante das telas*. São Paulo: Escola do Futuro/USP. 352 p.
- PONTUAL FALCÃO, T.; OLIVEIRA, G. S.; PERES, F. M. A.; MORAIS, D. C. S. (2017) Design Participativo de Jogos Digitais Educacionais por Adolescentes Imersos em uma Comunidade de Prática. *Revista Sistemas e Computação*, v.7, pp. 189-205.
- PONTUAL FALCÃO, T.; PERES, F. M. A.; MORAIS, D. C. S., OLIVEIRA, G. S. (2018) Participatory methodologies to promote student engagement in the development of educational digital games. *Computers & Education*, 116, p.161-175.
- SANTOS, C. F. (2013) *O “aprender a aprender” na formação de professores do campo*. Campinas SP: Autores Associados
- SAVIANI, D. (2000) *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. – 9ª ed. Campinas SP: Autores associados.
- TAUK SANTOS, M. S. e LIMA, M. (2006) Desafios cooperativos e estratégias de comunicação das incubadoras tecnológicas cooperativas populares. In: *Revista Unircoop*. Vol.4, nº 1.
- VIGOTSKI, L. S. (1988) *A formação social da mente*. São Paulo, Martins Fontes.
- YANG, Y.-T. C.; CHANG, C.-H. (2013) Empowering students through digital games authorship: Enhancing concentration, critical thinking and academic achievement. *Computers and Education*, 68, 334-344.