

Facilitando a construção social de significado em sistemas de aprendizado colaborativo

Fabrizio Matheus Gonçalves, Alessandro Arpetti, Maria Cecília Calani Baranauskas

Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

13083-852 – Campinas – SP – Brasil

fabrizio.goncalves@students.ic.unicamp.br, arpetti@gmail.com, cecilia@ic.unicamp.br

ABSTRACT

The demands of contemporary society have not been answered by the traditional teaching strategies characterized by unidirectional transmission of knowledge, supported by technology or not. This paper presents and discusses the foundations of a model that aims to facilitate the social construction of meaning from the concept of feedback that characterizes the dynamics and sustains the interaction in the learning space. The model is presented, including the system that supports its deployment. Preliminary results of applying the model suggest its viability and potential to constitute genuinely collaborative environments for active learning.

RESUMO

As demandas da sociedade contemporânea não têm sido respondidas pelas estratégias tradicionais de ensino, caracterizadas pela transmissão unidirecional de conhecimento, apoiada ou não pela tecnologia. Este trabalho apresenta e discute as bases de um modelo que visa facilitar a construção social de significado a partir do conceito de *feedback* que caracteriza a dinâmica e sustenta a interação no espaço de aprendizagem. O modelo é apresentado, incluindo o sistema que sustenta sua implantação. Resultados preliminares da aplicação do modelo sugerem sua viabilidade e potencial para constituir ambientes genuinamente colaborativos de aprendizagem ativa.

Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education– Collaborative Learning

Termos Gerais

Human Factors, Design, Experimentation

Palavras Chaves

Blended Learning, Active Learning, Lean Thinking, Digital Social Network, Feedback, Collaborative Learning

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.

XXXXXXXXXXXX – As informações serão preenchidas no processo de

1. INTRODUÇÃO

A sociedade pós-industrial demanda profissionais altamente qualificados e capazes trabalhar em equipe para resolver problemas autênticos de forma criativa e autônoma. O ensino tradicional, ao se basear em um modelo no qual a informação é difundida unidirecionalmente, a partir de uma única fonte para vários receptores, ainda não aproveita adequadamente o capital humano presente na diversidade dos envolvidos. Esse modelo, ainda que aprimorado por novas tecnologias e formas de comunicação, nem sempre consegue motivar os envolvidos ou promover sua emancipação.

Diversos estudos têm apontado os ganhos obtidos com métodos e técnicas que ampliam o *feedback* aos envolvidos no contexto de aprendizagem. O *Just-in-Time Teaching* [13] trabalha com um ciclo de *feedback* entre a preparação do aluno antes da aula e a aula propriamente dita. Há mais de 20 anos um grupo de Harvard liderado pelo professor Eric Mazur tem conduzido experimentos que apontam os benefícios da colaboração e interação entre pares, inclusive para turmas grandes [[2], [3]]. Por outro lado, os processos ágeis [[1], [6]] aplicados na indústria de software tem comprovado a eficiência da colaboração de times pequenos, heterogêneos e auto-organizados capazes de buscar o conhecimento que necessitam para resolver desafios e incrementalmente agregar valor não apenas ao produto desenvolvido, mas também aos envolvidos e ao processo como um todo, através de *feedback* contínuo e melhorias constantes. Além disso, é cada vez mais comum o uso de ferramentas da Web 2.0 para aprender coisas, em sistemas informais e colaborativos. Essas ferramentas e os chamados software sociais têm tornado possível a colaboração em escala sem precedentes e contribuído para modificar o quadro da unidirecionalidade do fluxo de informações.

Acreditamos que o ciclo de *feedback* usado nos processos ágeis para criar um ambiente de melhoria contínua pode ser aplicado no contexto educacional. Ilustramos esse processo com um diálogo entre um professor, que precisa saber o que o aluno já sabe ou não sabe para poder intervir com nova informação; e um aluno que precisa expressar suas hipóteses a partir da informação recebida para verificar seu entendimento, separando o que funciona e o que não funciona. No contexto da aprendizagem mediada por tecnologia, Seymour Papert [14] já discutia esse processo em que o diálogo ocorre entre um estudante e um objeto que responde a comandos para se movimentar, com a facilitação de um professor, e como esse processo permite depurar as hipóteses dos envolvidos.

Este trabalho propõe investigar como o processo ágil pode inspirar uma abordagem baseada em colaboração entre pares e em *feedback* contínuo aplicados ao contexto educacional do ensino superior. Um sistema visando apoiar um ciclo contínuo de *feedback* em ambientes de ensino presenciais, a distância, ou híbridos é sugerido; tal sistema deve promover a colaboração na criação e negociação de significado entre os envolvidos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Facilitar a construção social de significado em um contexto de aprendizagem envolve situar os envolvidos em um ambiente onde um processo de *feedback* caracteriza a dinâmica do espaço e sustenta a interação. Três abordagens são centrais para caracterizar o ambiente que almejamos e são brevemente discutidas a seguir.

2.1. Just-in-Time Teaching

O *Just-in-time Teaching (JiTT)* [[12], [13]] é uma estratégia pedagógica caracterizada por um ciclo de *feedback* em que a preparação dos alunos fora da sala de aula afeta o que ocorre durante o período em que se encontram juntos dentro da sala de aula, e vice-versa. Os principais objetivos dessa abordagem são: aproveitar melhor o escasso tempo em que alunos e professores podem trabalhar juntos; ajudar o aluno a organizar melhor o tempo fora da sala de aula para maximizar o aprendizado; criar e manter um espírito de equipe, estudantes e professores trabalham juntos para alcançar um objetivo comum: a construção de conhecimento.

Esse processo geralmente é amparado por ferramentas na Web. É disponibilizado material de apoio adequado para utilização pelos alunos durante a preparação para aula, acompanhado de algumas questões conceituais. No caso de questões abertas, devem ser respondidas textualmente, de forma concisa, como se fosse um memorando dirigido a alguém que não é da área. Essa atividade

deve ser entregue com antecedência para que o professor possa escolher respostas que sirvam de modelo ou que contenham erros comuns a serem discutidos em sala. Além disso, uma questão aberta onde o aluno reporta qual foi sua maior dificuldade, ou se não houver, que ponto considerou mais interessante, ajuda o professor a preparar uma aula mais focada nas necessidades dos alunos (Figura 1, à esquerda). O progresso realizado durante a aula pode afetar a indicação dos próximos textos e atividades a serem realizadas como preparação para a aula seguinte.

Portanto, a abordagem depende do comprometimento das partes em cumprir com as suas demandas e do suporte das ferramentas a elas.

2.2. Peer Instruction (PI)

Mazur [9] revela sua frustração ao constatar quanto sua aula se aproximava da anedota em que uma aula se caracteriza apenas pela transferência de anotações do quadro do professor, para o caderno dos alunos, algumas vezes, sem passar pelo cérebro de nenhum dos dois. Introduzindo então, em Harvard 1991, a abordagem *PI* que se caracteriza pela apresentação concisa sobre um conceito central ao tópico da aula seguida por discussão entre pares estimulada por um ou mais testes conceituais (*ConceptTests*). Esse processo se repete a cada conceito.

ConceptTests são desafios elaborados para verificar a capacidade de aplicação de conceitos em cenários diversos. Não visam testar a memória; assim, fórmulas e informações são fornecidas. As múltiplas opções são elaboradas de forma clara e direta visando explorar confusões conceituais frequentes, favorecendo o debate que segue. Após breve exposição do conceito, o professor apresenta um *ConceptTest*; depois de um momento de reflexão individual os alunos votam em uma das alternativas de resposta; se houver discrepância nas respostas, ocorre a discussão entre pares com opiniões divergentes, que tentam explicar os conceitos básicos que os levaram a escolher uma alternativa; nova votação verifica se o impasse foi resolvido; o instrutor conclui com uma explicação e segue para o próximo conceito (Figura 1, à direita).

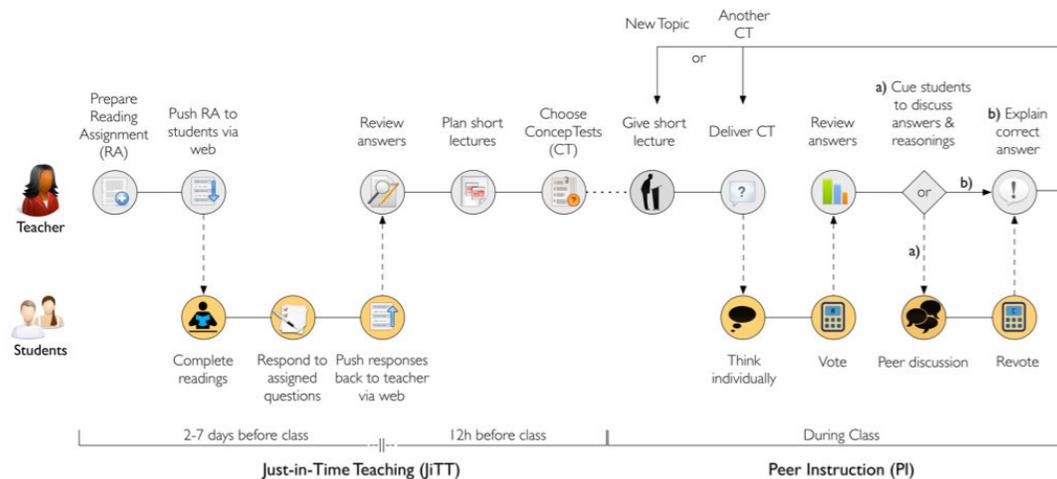


Figura 1. JiTT (esquerda) como preparação para uma aula usando PI (direita). Após uma votação pela resposta de um teste conceitual pode ocorrer: (a) discussão em pares se houver uma divergência equilibrada ou (b) sem discussão, o professor explica brevemente a resposta pois a maioria entendeu, ou revisa o conceito se quase ninguém entendeu. (Fonte: Turn to Your Neighbor, <http://peerinstruction.files.wordpress.com/2012/09/screen-shot-2012-09-04-at-6-17-05-pm.png>).

Durante essas duas décadas sistemas computacionais foram criados para apoiar esse processo. O *Interactive Learning Toolkit* é uma ferramenta mantida pelo grupo para compartilhamento de *ConceptTests* entre professores. Foi então sucedido por uma versão mais moderna com novos recursos, o *Learning Catalytics*, que recentemente foi adquirido pela Pearson PLC uma editora multinacional britânica da área de educação. Com a ajuda dessas ferramentas dados vem sendo coletados em uma gama variada de disciplinas onde o método tem sido utilizado, após seu surgimento no ensino de física básica em Harvard. Uma revisão foi conduzida após 10 anos de uso [2], constatando que o ganho médio de desempenho dos alunos submetidos a testes conceituais antes e depois de receberem aula nesse modelo é aproximadamente o dobro, quando comparado com dados de semestres onde o curso foi ministrado no modelo tradicional, o que está de acordo com o estudo apresentado em Hattie [5].

Trabalho mais recente do grupo mostra que além desse ganho, as técnicas mais interativas contribuíram para eliminar o desnivelamento que existia entre gêneros no desempenho dos alunos durante o semestre [8]. Outro trabalho mostra que o tempo de resposta dos estudantes é inversamente proporcional ao seu nível de confiança; que esse tempo aumenta após a instrução, tanto para respostas corretas quanto incorretas; e que os estudantes levam mais tempo para arriscar respostas incorretas, indicando que elas não são escolhas automáticas [7].

2.3. Lean e Métodos Ágeis

Lean é um conceito centrado em eliminar os desperdícios em todas as suas formas em uma organização e agregar valor para todas as partes interessadas. Para isso é necessário empoderar os envolvidos para que se tornem solucionadores de problemas em aprendizado contínuo e em busca constante por melhorias dos processos e produtos. Os princípios fundamentais são melhoria contínua e respeito por todas as partes interessadas.

O objetivo do *Lean* é maximizar a qualidade do resultado, enquanto diminui o custo e o tempo necessário para obtê-lo. Para isso se baseia em práticas tais como: qualidade intrínseca, fundamentada em padrões e estabilidade dos processos, sempre que um problema é detectado todo o sistema foca em solucioná-lo em sua causa; desenvolvimento estratégico em ciclos de planejamento, execução, inspeção e adaptação (*PDCA, Plan, Do, Check, Act or Adjust*) apresentado na forma de histórias concisas capazes de motivar corações e mentes de todos os envolvidos; *just-in-time*, o fluxo do trabalho é ditado pela capacidade do consumidor, que puxa do fornecedor na medida necessária, em um processo transparente, e o fluxo fica visível para todos os envolvidos. Em 2003 o pensamento *Lean* foi adaptado para o desenvolvimento de software [15].

Já os métodos ágeis foram popularizados no mundo do desenvolvimento de software em sua forma mais conhecida Scrum criado por Sutherland, J. [18] e Schwaber, K. [17] culminando na assinatura do Manifesto Ágil¹ em 2001, que entre outros princípios se destaca por colocar os indivíduos e suas interações antes de processos e ferramentas, e considerar que responder a mudanças é mais importante que seguir um plano. Além disso, o Scrum se destaca por alavancar agregação incremental de valor

através de pequenos times heterogêneos e auto-organizados e pela troca constante de *feedback* entre os envolvidos.

Os métodos ágeis têm o objetivo de produzir melhoria contínua em intervalos regulares de tempo, através de trabalho colaborativo que produz incrementos potencialmente entregáveis em direção à materialização de um produto ou visão de negócio.

Seu ciclo principal consta de planejamento, execução e demonstração e é alimentado pelos itens de uma lista de tarefas ordenada pelo valor que cada item traz para o produto final. A cada ciclo ocorre também uma retrospectiva, onde se busca ressaltar o que foi positivo e descobrir o que deve ser melhorado, estabelecendo um compromisso concreto a ser seguido pelos envolvidos para melhorar já o próximo ciclo (Figura 2).

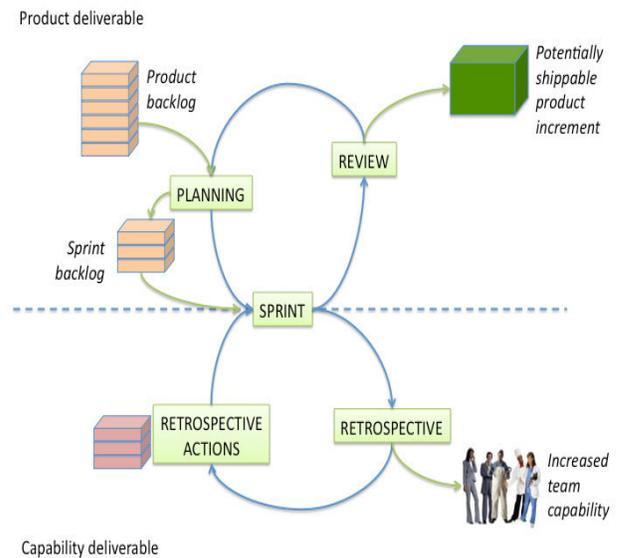


Figura 2. *Ciclo clássico de iteração do Scrum (acima), onde o produto recebe melhorias incrementais, acrescido de um segundo ciclo (abaixo) para evidenciar que também a capacidade do time é ampliada a cada iteração (David Harvey, 2009, <http://www.teamsandtechnology.com/dh/blog/2009/10/20/the-scrum-picture-is-wrong-scrumgathering>).*

3. O MODELO SMCL

Inspirado no processo ágil e nas metodologias do *JiTT* e do *PI*, o *Social Meaning-Construction Loop (SMCL)* é um modelo proposto para o design de sistemas de ensino presenciais, a distância ou híbridos, que, por meio de *feedback* contínuo e da colaboração entre pares, objetiva promover a construção e negociação de significado entre os envolvidos no contexto de aprendizagem.

O *SMCL* é composto por três momentos, que podem ser considerados de forma independente ou articulados em um ciclo de transformação: a Ideia, o Artefato e o *Feedback*.

Ideia é uma visão que indica o que buscamos ao aplicar o modelo; pode ser vista como uma versão bem genérica do planejamento ágil; pode ser apenas o objetivo do próximo passo, ou de mais longo prazo. Artefato é a concretização ou pelo menos um incremento compartilhável na direção da Ideia. Por exemplo, um

1 <http://agilemanifesto.org/>

discurso, um artigo, uma funcionalidade nova em um software, etc. *Feedback* é uma medida do quanto a realidade acomoda nossa Ideia, baseado em fatos coletados a partir do compartilhamento do Artefato. O *Feedback* pode ser entendido como uma generalização da revisão do processo ágil; por exemplo, aplausos após o discurso, comentários dos revisores sobre o artigo, se o computador roda o software como o esperado, ou ainda melhor se o usuário consegue atingir seus objetivos através do software criado.

A Figura 3 ilustra o ciclo de interação do *SMCL*: a partir de uma Ideia, é possível proceder para a criação de um Artefato, o qual, uma vez compartilhado com pares ou experimentado na prática, permite o recebimento de *Feedback* e, finalmente, a reflexão que pode gerar uma melhoria da ideia para a próxima iteração ou uma ideia completamente nova para um novo ciclo paralelo ou independente.

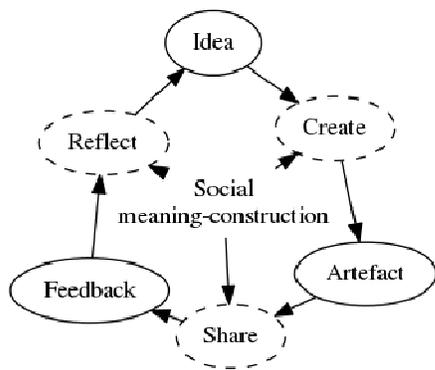


Figura 3. O modelo de Social Meaning-Construction Loop.

O ciclo do *SMCL* pode envolver um desenvolvimento iterativo e/ou recursivo.

A iteração se verifica quando a reflexão atuada a partir do *Feedback* leva à geração ou modificação de uma ideia que reativa um novo ciclo de criação e compartilhamento. Por exemplo, durante a execução de um projeto os alunos recebem *feedback* de uma ferramenta que calcula o tempo necessário para interagir com o sistema, ou o resultado de uma inspeção heurística de usabilidade do seu projeto, refletindo no que melhorar na próxima interação.

A recursão se verifica quando um Artefato se concretiza como nova Ideia, iniciando um ciclo secundário de criação de outro Artefato, compartilhamento de *Feedback* e reflexão. Os resultados dos ciclos secundários podem ainda convergir no ciclo principal como *Feedback* para as instâncias precedentes. Por exemplo, a existência de um Artefato “interface de usuário” pode levar a ideia de um novo ciclo que origina um Artefato “relatório de inspeção heurística de usabilidade”, que retorna então como um *Feedback* para o ciclo que o originou. Esse segundo ciclo tem vida independente e pode evoluir iterativamente ou ainda dar origem a novos ciclos.

O ciclo de construção de significado representado pelo *SMCL* é, portanto, baseado em elementos colaborativos e participativos. As atividades de elaboração de uma Ideia e criação de um Artefato se completam por meio do compartilhamento dos Artefatos no ambiente social e pela expressão do *Feedback* dos outros usuários. Desta forma, o individual e o coletivo se misturam

confluindo na reflexão, pessoal e em grupo, que permite definir a construção de significado como social.

É interessante ressaltar também que ao mesmo tempo em que se cria e evolui ideias, artefatos e dados, ocorre a evolução dos envolvidos no processo, bem como do processo em si e do contexto onde tudo isso ocorre.

Além do aspecto social, o *SMCL* se configura também como ciclo ubíquo, que pode ser reproduzido em aulas presenciais, nas quais a processo acontece inteiramente dentro da sala de aula, em atividades a distância, conduzidas por meio de um sistema web, ou em forma híbrida, combinando as duas modalidades precedentes.

4. O ESTUDO

Para experimentar a aplicação do modelo *SMCL* e do sistema de colaboração online instanciado para suportá-lo em um contexto educativo, foi conduzido um estudo exploratório durante um semestre da disciplina de graduação “Construção de Interfaces Humano-Computador” do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Dos 45 alunos matriculados na disciplina, 3 não frequentaram as aulas, 3 desistiram antes de completar 10% da disciplina e outros 2 desistiram antes de completar 1/3. O número de participantes considerado para o estudo é portanto N=37 alunos, ou seja aqueles que participaram e concluíram a disciplina. Os participantes eram compostos por alunos oriundos do curso de engenharia de computação (80%) e do curso de ciência da computação (20%). A maioria dos participantes estava no 5º semestre do curso (75%) e o restante em semestres posteriores do respectivo curso (25%). Três alunos, em período de intercâmbio, eram provenientes de universidades de países da América Latina e falavam português como segunda língua. Um aluno brasileiro esteve em intercâmbio no exterior e realizou parte da disciplina a distância.

A disciplina fornecia 4 créditos, com uma carga horária total de 60 horas, dividida em duas aulas semanais de 2 horas cada. A nota final teve como componentes 2 provas individuais (30%), 3 projetos em equipe (50%) e um conceito relativo à participação tanto presencial em sala, quanto virtual utilizando o sistema de colaboração online (20%).

Em cada prova individual, os estudantes eram chamados a responder a um total de 6 questões: 5 questões de múltipla escolha, elaboradas segundo o formato do Exame Nacional para Ingresso na Pós-Graduação em Computação (POSCOMP), valendo metade da nota, e uma questão aberta, composta por 4 ou 5 subitens, envolvendo habilidades e conceitos desenvolvidos nos projetos em equipe e valendo a outra metade da nota. Entre as questões de múltipla escolha, uma delas era escolhida entre as questões elaboradas diretamente pelos alunos na atividade *Quiz*, detalhada mais adiante.

Os projetos em equipe foram desafios baseados em problemas de design com objetivo de desenvolver na prática a teoria estudada nas aulas teóricas. Cada equipe era composta em média por quatro alunos, responsáveis pela execução das atividades necessárias à solução do problema de design, pela defesa de suas ideias em uma miniconferência com apresentações curtas (aproximadamente 5 minutos) seguidas por perguntas e sugestões dos pares e instrutores, além de um relatório fundamentando conceitualmente as soluções propostas e os métodos utilizados pela equipe.

O conceito de participação foi determinado pelo empenho na colaboração e na produção de *feedback*, tanto presencialmente durante as aulas quanto virtualmente através das discussões e atividades no sistema online de apoio à disciplina (Tabela 1). Esses conceitos foram publicados no sistema tão regularmente quanto possível para que servissem de *feedback* formativo. Além dos conceitos várias mensagens de *feedback* individual ou coletivo, foram publicadas sistema.

Tabela 1. Rubrica usada para avaliar a participação dos alunos²

Conceito	Critério	Indicadores
0	Esforço nulo	- Não entregou no prazo.
1	Esforço mínimo	- Não conseguiu fazer, mas pelo menos indicou a dúvida ou impedimento.
2	Incorreto ou incompleto Esforço reduzido	- Não há evidência de conhecimento prévio; - Apresenta equívocos sobre os conceitos; - Ausência de qualquer informação do texto ou notas de aula.
3	Parcialmente correto ou quase completo Esforço médio	- Algum conhecimento prévio e/ou uso de terminologia adequada. - Uso pouco adequado de informações do texto ou notas de aula.
4	Correto ou praticamente correto Esforço superior	- Explicação completa, com nenhum ou poucos erros; - Uso de informações do texto ou notas de aulas; - Busca por informação além do material de aula.

Individualmente, cada atividade representou uma fração pequena da nota final, aproximadamente um décimo, constituindo uma boa oportunidade para prática. Os alunos foram instruídos a buscar *feedback* adicional sempre que os conceitos e mensagens não fossem suficientes para o entendimento.

4.1. Uma estrutura para sustentar o SMCL

Para instrumentar a implementação do SMCL com um modelo flexível o bastante para interação e colaborações pretendidas foi definido o uso de uma plataforma *wiki*, geralmente usadas para construção colaborativa de base de conhecimento em rede, através tanto da edição do conteúdo quanto da estrutura da informação como na Wikipedia³. Mais especificamente definimos o

² Traduzida pelos autores a partir da adaptação do trabalho de deCaprariis, Barman & Magee (2001) realizada por Kathy Marrs encontrada na página 17 de Rhem (2010).

³ www.wikipedia.org

Wikispaces Classroom⁴, um provedor de plataforma *wiki* especializado em ambientes educacionais. A plataforma é disponibilizada como serviço Web 2.0 livre de custo para professores e alunos. A plataforma apresenta as funcionalidades básicas esperadas de um *wiki*, tais como, edição colaborativa de páginas, histórico de edições e autoria, páginas facilmente interligadas e fórum de discussão por página. Além disso, apresenta também algumas facilidades específicas para o contexto educacional, como calendário de eventos, gerenciamento de projetos e visualização de engajamento dos alunos. O calendário facilita o controle de deadlines, permitindo o agendamento de mensagens e da restrição das permissões de leitura e escrita dos projetos. O gerenciamento de projetos permite a criação de novas *wikis* associadas para cada aluno, para cada grupo ou para a turma toda, permitindo grande granularidade no controle do nível de colaboração para realização das atividades. Na visualização de engajamento é possível acompanhar um gráfico que representa os acessos de leitura e de escrita por projeto e usuário em tempo real.

Tanto professores quanto alunos aproveitaram a possibilidade de enriquecer as páginas da *wiki* com recursos multimídia e Web 2.0 disponíveis na Internet, ou produzidos especialmente para esse fim. As atividades realizadas na *wiki* foram capturadas por um script associado a uma planilha no Google Drive usando RSS (*Rich Site Summary*) disponibilizado pelo Wikispaces Classroom. Essa planilha serviu para facilitar a síntese e avaliação do conteúdo produzido na *wiki* para posteriormente serem incluídas em novas páginas em forma de tabelas e gráficos usados em aula. Essa arquitetura está representada na Figura 4.

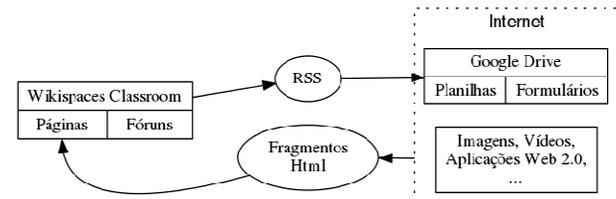


Figura 4. Arquitetura que suportou o SMCL durante o estudo. As páginas da wiki são enriquecidas com recursos multimídia e Web 2.0. As atividades realizadas na wiki são enviadas via RSS para uma planilha que facilita a síntese e avaliação do conteúdo produzido para posteriormente serem incluídas em novas páginas em forma de tabelas e gráficos.

Para a comunicação foram utilizados principalmente três canais: formulários do Google, páginas na *wiki* e fóruns de discussão.

Os formulários do Google, embutidos em páginas na *wiki*, permitiram a comunicação privada entre o aluno e o professor. Eles foram usados geralmente em enquetes, *feedback* (aluno para professor) ou quando o exercício era procedural e todos os alunos precisavam chegar a respostas parecidas.

As páginas na *wiki*, onde o aluno teve liberdade para construir documentos elaborados com suas respostas às demandas da disciplina, incluindo imagens, vídeos, slides e outros recursos da Web, foram usadas para os projetos em grupo dos alunos e em atividades criativas, onde cada aluno elaborava uma resposta

⁴ www.wikispaces.com

individual dentro das especificações. Essa modalidade permitiu comunicação pública no caso de atividades com toda a turma ou restrita em atividades em grupo, por exemplo, durante fases “sigilosas” dos projetos em grupo, e convertido em público no momento apropriado para receber o *feedback* dos pares.

Os fóruns de discussão constituídos por mensagens agrupadas em tópicos e suas respostas eram associados a cada página na *wiki* e tinham a mesma visibilidade da página, ou seja, público em discussões com toda turma ou restrito ao grupo e posteriormente público, dependendo da fase dos projetos.

Uma ferramenta chamada “Quizer” foi criada para facilitar o uso das questões para revisão da matéria. Ao acessá-la o aluno recebia uma questão aleatória do banco de questões, alimentado por questões criadas pelos próprios alunos, bastando então clicar na alternativa que considerasse correta. Se houvesse discordância entre essa seleção e a alternativa apontada pelo autor ao criar a questão o sistema abria o fórum de discussão e o aluno podia acompanhar os comentários dos outros colegas sobre a questão além de registrar sua própria opinião; senão, bastava apenas justificar sua resposta e seguir para a próxima questão sorteada.

4.2. O SMCL em prática

O modelo do *SMCL* foi traduzido numa solução prática de forma incremental e experimental durante o semestre todo. A aplicação do modelo pretendeu levar os elementos de *Peer Instruction* para fora dos limites da sala de aula, com a ajuda de sistemas colaborativos, bem como estender o *feedback loop* presente no *Just-in-Time Teaching* para a maioria das atividades realizadas. A comunicação entre os envolvidos ocorreu usando o melhor meio possível em um dado instante. Um grupo estudando junto discutiu a resposta face à face, mas pode usar o sistema para comparar suas respostas com aquelas dos que não estavam presentes ou para pedir ajuda externa para sanar uma dúvida. Também foi possível que a discussão fosse iniciada remotamente e concluída presencialmente, no sucessivo encontro presencial dos participantes.

A rotina de trabalho apresentada para os alunos foi caracterizada por três momentos distintos: os “Aquecimentos”, exercícios colaborativos efetuados antes das aulas presenciais que enfrentavam os conteúdos sucessivamente analisados durante as aulas, “Aulas de aprendizado ativo”, personalizadas por meio dos resultados dos Aquecimentos e, finalmente, revisões dos conteúdos estudados por meio de “*Quizzes*” criados pelos próprios alunos.

4.2.1. Os Aquecimentos

Para ajudar os alunos a se prepararem para a aula, e para que a aula pudesse ser personalizada para as dificuldades dos alunos foram realizados 17 Aquecimentos. Alguns seguiram um modelo mais tradicional (7) onde a comunicação se concentra do aluno para o professor, geralmente usando formulários, ou seja, comunicação privada.

Outros foram realizados em uma adaptação do *JiTT e PI* que estamos chamando *Pervasive Peer Instruction* onde a proposta de solução é aberta e exige maior criatividade dos alunos. Neste caso, a comunicação é pública geralmente usando páginas e/ou fóruns no sistema e conta com os comentários dos pares, variando na quantidade de comentários esperados, desde opcional, pelo menos um ou pelo menos 2 comentários por aluno, para que fosse considerado completo o aquecimento.

4.2.2. As Aulas de aprendizado ativo

Todas as aulas teóricas e algumas das aulas práticas que contaram com Aquecimentos realizados pelos alunos foram adaptadas sempre que possível para aproveitar os exemplos e experiências prévias fornecidos por eles. Além disso, as dificuldades apontadas ou inferidas a partir de suas respostas permitiu focar a aula nos tópicos mais difíceis, com o tempo extra liberado pelo contato prévio com o material. Dessa forma toda ementa foi coberta durante o semestre.

Em geral esse conteúdo foi inserido durante as aulas de três formas distintas: compilados em gráficos e tabelas que serviram de base para discussões com a turma toda; trechos selecionados exibidos de forma anônima; ou de forma voluntária quando alunos preferiram compartilhar suas dúvidas ou resultados com a turma iniciando uma discussão ou ainda em resposta a demandas do professor.

4.2.3. Os Quizzes

Com o objetivo de revisar os conceitos vistos em aula e absorver o vocabulário da disciplina foi utilizada uma dinâmica de elaboração de questões objetivas e a discussão das questões e das justificativas para suas respostas. Essa dinâmica, que ficou conhecida como “*Quiz*”, ocorreu cinco vezes durante o período da disciplina.

Em cada uma dessas rodadas, cada aluno devia criar uma questão relacionada ao conteúdo visto nas últimas aulas teóricas que ainda não haviam sido tratados nas rodadas anteriores. Essa questão devia seguir o formato usado no POSCOMP, exame da Sociedade Brasileira de Computação que vem sendo usado para seleção de candidatos à pós-graduação em universidades brasileiras. Nesse formato as questões devem ser objetivas com cinco alternativas, sendo que apenas uma é válida como resposta para a questão. Além disso, os alunos foram instruídos a serem claros e objetivos, usando suas próprias palavras e o vocabulário adquirido nas aulas e livros da área; buscar balancear o nível de dificuldade das questões, para que um bom aluno que estudasse por outro livro ou com outro professor pudesse entender a questão; incluir figuras, trechos de código ou citações necessárias para o entendimento da questão, sempre citando as fontes completas usadas na elaboração de uma questão original e de própria autoria. O autor devia informar a alternativa que considerasse correta apenas para o sistema, informando para os colegas só depois que eles tivessem tido a chance de discutir a questão.

Na discussão, cada aluno teve que revisar pelo menos duas questões elaboradas pelos colegas, com preferência para as que ainda não haviam sido respondidas. Para tanto, foi instruído a: analisar criticamente o enunciado, quanto à clareza e aderência às regras para elaboração; tentar responder a questão, justificando de forma concisa, mas suficiente, a existência de apenas uma resposta correta; apontar problemas ou dúvidas nas questões ou nas respostas que não entendesse ou concordasse. O autor da questão ficava ainda responsável por acompanhar a discussão tentando responder as dúvidas e sugestões geradas e editando a questão para sanar os problemas apontados pelos colegas, caso concordasse.

Além do *feedback* entre pares, os instrutores categorizaram cada questão criada de acordo com a mesma rubrica dos aquecimentos (Tabela 1) aplicada com rigor incremental a cada iteração.

5. RESULTADOS

Ao longo do período da disciplina, foram 31 aulas, 12 predominantemente teóricas, 9 predominantemente práticas, 5 apresentações de trabalhos pelos alunos, 3 revisões e 2 provas. Todas as aulas teóricas e algumas práticas foram precedidas por 17 atividades preparatórias, os Aquecimentos. Além disso, 5 aulas foram precedidas por atividades de revisão, os *Quizzes*. Todas as atividades foram avaliadas com base na rubrica reportada na Tabela 1.

Foram realizadas cinco rodadas do *Quiz*, em média a cada três semanas. Um total de 119 questões foram elaboradas pelos alunos dando origem a 245 discussões com 332 mensagens trocadas, sendo 20% dessas mensagens *feedback* dos instrutores em sua maioria quanto à qualidade das questões, mas algumas vezes guiando a discussão em busca da resposta correta. No total, 49 questões foram avaliadas com conceito máximo, ou seja, bem escritas e com dificuldade razoável; outras 55 foram consideradas fáceis ou precisando de correções pontuais e apenas 15 questões foram consideradas fora do padrão (.

Tabela 2. Distribuição do número de questões elaboradas por rodada do quiz (vertical) e conceito obtido com a questão (horizontal).

Rodada\Conceito	1	2	2.5	3	3.5	4	Total
1		2		9		12	23
2	1	2		6	3	10	22
3		1	1	7	5	9	23
4		3	2	6	6	10	27
5		2	1	6	7	8	24
Total	1	10	4	34	21	49	119

Ao longo do processo ficou clara a importância de salientar para os alunos a relevância da atitude crítica perante tanto às perguntas quanto às respostas, uma vez que ambas ainda se encontravam em processo de elaboração e melhorias; deveriam ser tratadas de maneira mais rigorosa do que geralmente são consideradas questões “oficiais” de provas, que supostamente já sofreram revisão de pares. Assim, mais importante que “acertar” a resposta era discutir sua validade, ou ainda apontar dúvidas para que fossem sanadas no próprio sistema, ou levadas para discussão em aula.

A Figura 5 ilustra uma questão elaborada por aluno durante a quarta rodada do *Quiz* sobre a percepção humana e as regras da Gestalt e a subsequente discussão (Figura 6), onde as mensagens mais acima são mais recentes; assim, a primeira resposta (“Alternativa C”) é um pouco vaga, mas um colega fornece uma explicação mais completa (“Alternativa D”) que também foi a resposta sugerida pelo autor, a discussão se encerra o que indica concordância dos pares. Casos mais polêmicos geralmente requerem esclarecimentos do autor e em geral foram levados para serem resolvidos em aula. Essa questão foi escolhida para compor parte da prova com alto índice de acerto, inclusive pelo autor da resposta errada.

☆ 0111

Edit 2 2 ...

Questão 2014-0111.2



O quadro acima é do artista gráfico Escher, que ficou famoso pelas suas obras retratando construções impossíveis e sobreposições de planos. Analisando a imagem, pode-se dizer que ela **viola regras da construção da percepção**, já que:

- a) Utiliza apenas branco e tons de cinza, tornando difícil a distinção das formas.
- b) Utiliza representações não realistas de animais e objetos.
- c) A falta de espaçamento causa confusão.
- d) As formas escuras e claras foram organizadas de maneira competitiva.
- e) Não foi construída de maneira simétrica.

Ideia original de: - gabriel

Última edição: May 12, 2014 8:39 pm (- gabriel)

Licença: [Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

Fontes: (<http://www.updateordie.com/2014/01/08/os-6-principios-da-gestalt-na-sua-cara-todos-os-dias/>)

Figura 5. Exemplo de questão elaborada por um aluno, que deu origem a discussão virtual vista na Figura 6

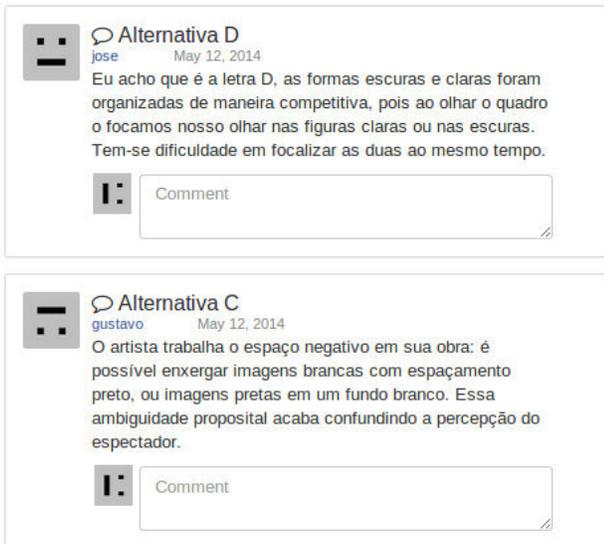


Figura 6. Discussão online entre pares a partir da questão vista na Figura 5

6. DISCUSSÃO E DEPOIMENTOS

Nós usamos uma rubrica que recompensa o esforço conforme descrito na Tabela 1 para avaliar a participação. Acreditamos que isso pode ter tido um efeito na inicialização do modelo até que motivações mais intrínsecas como competência, vínculo e autonomia começassem a atuar [[11], [16]]. Nós observamos a busca por competência ao perceber o orgulho em apresentar o que foi construído; vínculos criados ao compartilhar *feedbacks* e soluções para problemas autênticos e autonomia na busca por desafios e soluções alinhados com os objetivos de aprendizado.

Contribuição da diversidade para o sistema

Um aprendiz tem que verificar suas hipóteses e construir um artefato compartilhável com seus pares, por exemplo, uma questão para o *Quiz* ou a explicação de sua resposta para uma questão do *Quiz*. A partir daí existem três interações possíveis com base na diferença de entendimento entre os pares, onde um deles:

- tem um entendimento superior e pode validar ou apontar problemas significativos com o artefato, contribuindo com reafirmação no primeiro caso ou sugestões concretas de melhoria no segundo;
- não tem este entendimento e pode pedir maiores esclarecimentos iniciando um diálogo que beneficia ambos;
- tem entendimento equivalente, eles podem raciocinar juntos e convergir em reafirmação ou divergir em hipóteses contraditórias, precisando então buscar uma terceira parte com um argumento convincente, levando a discussão para dentro da aula quando necessário.

Em cada caso ambos se beneficiam dessa dinâmica de interação. Quem faz o papel de professor aprende a expressar os conceitos de forma mais clara para que faça sentido para os pares. O que faz o papel de aprendiz provê desafio e diálogo útil na busca pela construção de conhecimento. Nesse exercício eles aprendem a se expressar mais claramente e desenvolver o uso do vocabulário e dos conceitos da disciplina.

A seguir, depoimentos que ilustram a experiência com o *SMCL* do ponto de vista dos alunos.

"A7 - Este foi o aquecimento que deu sentido ao Hall Of Shame, aplicamos conteúdo de grande importância a disciplina em algo que nós mesmos já havíamos selecionado como problema em um momento em que ainda não conhecíamos heurísticas. A maneira como foi montado o aquecimento foi muito boa, assim como o prazo dado e tempo necessário para completá-lo."

A8 - A avaliação heurística do wikispace e a apresentação feita, apesar de terem consumido uma boa quantia de tempo, tiveram um bom prazo e foram muito boas em termos de aprendizado e experiência com avaliação heurística."

Os quizzes também são muito bons, pois são uma ótima forma de estudar o conteúdo da disciplina." (aluno 1)

"A principal vantagem é que você aprende o conteúdo da disciplina, querendo ou não." (aluno 2)

"Como sempre estamos estudando para disciplina, não acumula matéria para prova..." "Menos aquecimentos (e talvez mais quizzes) poderia poupar tempo dos alunos e ter resultar em um maior aprendizado" (aluno 3)

"Acredito que o maior problema desse método é que ele exige um pouco de criatividade da parte da pessoa e isso é uma coisa que nem todos temos [...]"

"Acelerar a revisão, algumas questões não precisam de muito tempo para discussão. Seria possível revisar muito mais perguntas desse jeito..." (aluno 4)

Os comentários dos alunos 1, 2 e 3 indicam que o Sistema ajudou os alunos a organizar seu tempo de estudo e aproveitar melhor o conteúdo durante as aulas.

Já o *feedback* do aluno 4 indica que o ritmo da aula de revisão não atendeu as expectativas dos alunos mais bem preparados. Por outro lado a dinâmica foi eficiente no sentido de identificar lacunas conceituais, as quais requerem muito tempo para serem preenchidas.

Possíveis trabalhos futuros são a investigação de novas dinâmicas para a otimização do fluxo, como por exemplo diluir a revisão ao longo das aulas, e novas formas de detecção dos erros, por exemplo instrumentando o *Quizzer* para detectar as dúvidas mais gerais para trabalhar com o grupo todo e atacando as mais individuais pelo sistema ou em plantões de dúvida individuais ao final da aula.

7. CONCLUSÕES

O modelo de ensino no qual a informação é difundida unidirecionalmente, a partir de uma única fonte para vários receptores, ainda que apoiado por tecnologia, não aproveita adequadamente o capital humano presente na diversidade dos envolvidos. Este trabalho discutiu as bases de um modelo que visa facilitar a construção social de significado apoiado por um sistema

onde um processo de *feedback* contínuo caracteriza a dinâmica do espaço e sustenta a interação.

O estudo envolveu: caracterização dos elementos necessários à colaboração entre pares e *feedback* contínuo em processo de ensino mediado por ferramentas computacionais; design e desenvolvimento de um sistema para apoiar e promover a colaboração e a criação de significado entre os envolvidos em processo de aprendizagem, inspirado no modelo ágil de desenvolvimento de software.

O modelo proposto e experimentado em contexto real de ensino sugere seu potencial para: promover a criatividade dos envolvidos na busca da solução a desafios/problemas alvo e a análise crítica dos desafios e soluções que precisam ser avaliados e refinados em processo iterativo até que atinjam a qualidade desejada; possibilitar a diversidade de desafios que podem sensibilizar diferentes estilos de aprendizado; promover o comprometimento entre os aprendizes, pelo fato de trabalharem em seus próprios desafios, colocando-os no centro da discussão, levando-os a passar de meros consumidores de informação a inovadores e co-designers ao proporem seus próprios desafios e ativamente buscarem solucioná-los; e ainda, promover *awareness* do contexto, do grupo e do seu próprio processo de aprender, por meio de *feedback* contínuo.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio institucional do CNPq como órgão de fomento a esta pesquisa (processo 136239/2013-7), aos revisores da Conferência pelos comentários construtivos e aos alunos que contribuíram indiretamente com este trabalho.

8. REFERÊNCIAS

- [1] Beck, K., & Andres, C. (2004). Extreme programming explained: embrace change. Addison-Wesley Professional.
- [2] Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69, 970.
- [3] Crouch, C. H., Watkins, J., Fagen, A. P., & Mazur, E. (2007). Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once. *Research-Based Reform of University Physics*, 1(1), 40-95.
- [4] Emiliani, B., & Kensington, C. (2005). Lean in Higher Education. Center for Lean Business Management. Available at http://www.superfactory.com/articles/lean_higher_ed.aspx.
- [5] Hattie, J. (2008). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge.
- [6] Highsmith, J., & Cockburn, A. (2001). Agile software development: The business of innovation. *Computer*, 34(9), 120-127.
- [7] Lasry, N., Watkins, J., Mazur, E., & Ibrahim, A. (2013). Response times to conceptual questions. *American Journal of Physics*, 81, 703.
- [8] Lorenzo, M., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2006). Reducing the gender gap in the physics classroom. *American Journal of Physics*, 74, 118.
- [9] Mazur, E., & Hilborn, R. C. (1997). Peer instruction: A user's manual. *Physics Today*, 50(4), 68-69.
- [10] Muller, M. J., Haslwanter, J. H., & Dayton, T. (1997). Participatory practices in the software lifecycle. *Handbook of human-computer interaction*, 2, 255-297.
- [11] Murphey, T., & Falout, J. (2012). Critical Participatory Looping: An Agencing Process for Mass Customization in Language Education. *Linguistik online*, 54(4/12), 86.
- [12] Novak, G. M. (2011). Just in time teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 2011(128), 63-73.
- [13] Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D., Christian, W., & Forinash, K. (1999). Just in time teaching. *American Journal of Physics*, 67, 937.
- [14] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc..
- [15] Poppendieck, M., & Poppendieck, T. (2003). *Lean software development: an agile toolkit*. Addison-Wesley Professional.
- [16] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2010). *Self-determination theory*. Rochester: University of Rochester.
- [17] Schwaber, K. (1997). Scrum development process. In *Business Object Design and Implementation* (pp. 117-134). Springer London.
- [18] Sutherland, J. (1995). Business object design and implementation workshop. *ACM SIGPLAN OOPS Messenger*, 6(4), 170-175.