
Processo de Modelagem de Resposta: Refinando Requisitos de Software de Apoio a Laboratórios de Acesso Remoto

Cesar Teixeira⁴, Dráusio Capobianco¹, Cássio Prazeres², Felipe Santos³, Matheus Barbosa³

¹Departamento de Psicologia, ⁴Departamento de Computação – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, ²Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo – USP, ³Faculdades COC – Ribeirão Preto

Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Computação, Via Washington Luiz, Km 235 – São Carlos – SP CEP: 13565-905 – Tel.: (16) 3351-8614

{drausiocap, cprazer, cesarteixeira, fss.coc, matheus.tortim}@gmail.com

Resumo. Com o objetivo de levantar requisitos para o desenvolvimento de um software de apoio a laboratórios de acesso remoto, visando facilitar a disposição integrada de seus experimentos em um ambiente de aprendizado eletrônico suportado por rede de alta velocidade, TIDIA-Ae (<http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/home>), foi desenvolvida uma ferramenta para execução remota de experimentos do tipo “modelagem da resposta de pressão à barra com ratos”. A realização de uma atividade de aprendizagem utilizando tal ferramenta teve como objetivo produzir subsídios para o refinamento da própria ferramenta e para a sua validação, comprovando a viabilidade da experimentação remota em análise experimental do comportamento, uma disciplina da área de psicologia.

Abstract. This paper presents a tool implemented with the objective of obtaining general requirements of remote access experiments. These requirements will orientate the development of general facilities to support remote access laboratories, helping them integrating their experiments in the TIDIA-Ae e-learning environment, which runs over a high speed network (<http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/home>). The tool allows remote experimentation on modeling the response of rat bar-pressing behavior for water reinforcement. Performing a learning activity using such tool, we could get subsidies for the refinement of the tool it self and for its validation, proving the viability of the remote experimentation in analysis of the behavior, a discipline of the psychology area.

Palavras chaves: laboratório de acesso remoto, aprendizado eletrônico, modelagem de resposta, caixa de Skinner

1. Introdução

Com o advento de redes óticas de alta velocidade em que as informações trafegam a taxas superiores a gigabits por segundo e a latência pode ser controlada a valores inferiores ao tempo de percepção e reação de seres humanos (algumas centenas de milissegundos), torna-se relevante explorar a utilização de laboratórios de acesso remoto na concepção de atividades de aprendizagem, quer seja como uma alternativa

para o compartilhamento e melhor aproveitamento de recursos, que podem ser caros e escassos, como também entendendo o laboratório de acesso remoto como outro paradigma de experimentação, que pode complementar a experimentação presencial no atendimento a objetivos educacionais.

Justificar o uso de experimentos remotos apenas devido ao alto custo de equipamentos deixa dúvidas e questões em aberto no tocante à pedagogia envolvida no processo. Porém, entre as opções de não realizar o experimento e realizá-lo remotamente, a segunda opção não deixa dúvidas de ser a melhor. Alguns autores [1, 2] defendem ainda que um experimento remoto não deve ser simplesmente uma réplica de um experimento presencial. De fato uma abordagem não substitui a outra, mas ambas devem ter o mesmo objetivo: facilitar o aprendizado.

Se o experimento remoto, conduzido através de um ambiente computacional, pode prejudicar a sensibilidade do aluno em relação a “sentir” (tato, olfato) o ambiente do laboratório real e manipular instrumentos reais e corpos de prova, ou outros objetos do experimento, ele pode também propiciar atividades de aprendizagem e mecanismos de avaliação que seriam impossíveis de serem realizadas e implementados presencialmente.

A possibilidade da realização remota de experimentos didáticos vem agregar novos objetivos educacionais àqueles constantes da realização presencial desses mesmos experimentos. Com efeito, a observação e o controle remotos dos eventos que ocorrem durante a realização de um experimento exercem múltiplas funções, dentre elas: a capacitação do estudante para operar o controle de fenômenos de interesse através de sistemas informatizados e redes; a habituação do estudante aos recursos comumente oferecidos por esses sistemas como, por exemplo, o tratamento dos dados em tempo real, que fornece informações relevantes para a tomada de decisões durante a execução do experimento; a minimização do efeito de variáveis intervenientes, possivelmente introduzidas inadvertidamente pelo estudante no experimento, quando realizado presencialmente; a explicitação das relações entre as variáveis envolvidas no fenômeno de interesse, posto que variáveis não planejadas para o experimento não podem ser deliberadamente manipuladas pelo estudante como meio alternativo para produzir os resultados esperados.

A literatura relacionada a laboratórios de acesso remotos com finalidades didáticas levanta a questão da necessidade de integração de experimentos no contexto de ambientes de aprendizagem. Entretanto, a maioria das implementações relatadas apenas se preocupa com a tecnologia necessária para tornar um experimento acessível remotamente. Seria de extrema relevância poder integrar diversos experimentos, geograficamente distribuídos, em um ambiente único de aprendizado eletrônico.

O trabalho aqui apresentado está inserido no projeto TIDIA-Ae, cujo propósito é desenvolver um ambiente que integre um conjunto de ferramentas de aprendizado eletrônico, suportado por uma rede ótica de alta velocidade. A seção 2 deste artigo apresenta uma introdução ao conceito de laboratório de acesso remoto, uma sinopse do projeto TIDIA-Ae e como são vistas, em seu modelo conceitual, ferramentas que viabilizam a realização de experimentos remotos.

Com o propósito de acumular experiência com laboratórios de acesso remoto e levantar requisitos para desenvolver um ferramental de apoio a laboratórios, visando

facilitar a disposição de seus experimentos de forma remota e integrada no ambiente de aprendizado eletrônico TIDIA-Ae, foi desenvolvida uma ferramenta para execução remota de experimentos do tipo “modelagem da resposta de pressão à barra com ratos”. Os aspectos de implementação dessa ferramenta são tratados na seção 3. A realização de uma atividade de aprendizagem utilizando tal ferramenta, detalhada nas seções 4 e 5, teve como objetivo produzir subsídios para o refinamento dos requisitos a serem atendidos pela ferramenta. A atividade de aprendizagem serviu ainda para validar a ferramenta e comprovar a viabilidade da experimentação remota em análise experimental do comportamento, uma disciplina da área de psicologia.

A atividade de aprendizagem consistiu na realização remota de um experimento didático, comumente realizado presencialmente, por estudantes de análise experimental do comportamento, uma disciplina da psicologia. Este experimento, conhecido como modelagem da resposta de pressão à barra [13], consiste em privar um rato de água por várias horas e introduzi-lo, em seguida, dentro de uma caixa experimental (caixa de Skinner), onde está instalada uma barra de respostas e um dispensador de água. A barra de respostas pode ser pressionada pelo rato. O dispensador de água é um dispositivo eletromecânico que, quando acionado eletricamente, disponibiliza uma pequena quantidade de água para o rato, dentro da caixa experimental. O experimentador que realiza este experimento, comanda o acionamento do dispensador em momentos específicos com o objetivo de ensinar o rato a pressionar a barra de respostas. A partir da introdução do rato na caixa é registrado o momento em que ocorre cada uma das respostas de pressão à barra e o momento de cada acionamento do dispensador de água.

A realização remota do experimento de modelagem da resposta de pressão à barra com ratos exigiu a filmagem do ambiente interno da caixa experimental, onde o rato estava inserido. Essa imagem era transmitida via rede e exibida, em tempo real, por um computador remoto operado pelo experimentador. O acionamento do dispensador de água também era controlado a partir deste computador remoto, através da rede.

2. Laboratório de Acesso Remoto e o Projeto TIDIA-AE

2.1. Laboratório de Acesso Remoto (LAR)

Ferreira [1] define experimento remoto como uma atividade onde uma pessoa (ou um grupo de pessoas) usa uma rede de comunicação para realizar algum tipo de trabalho em um laboratório. Esta definição é ampla o suficiente para abranger uma série de cenários para experimentos remotos. A distância não é o fator principal; o que caracteriza o experimento como remoto é o fato de pelo menos um dos participantes usar uma rede de comunicação para acessar um equipamento remoto.

Experimentos remotos podem ser classificados quanto à arquitetura de software necessária para tornar um experimento acessível remotamente [2]: **Batch** - todos os parâmetros que norteiam a execução do experimento são especificados pelo usuário antes do experimento ser iniciado. A sessão de experimentação consiste apenas em submeter os parâmetros, executar o experimento e retornar e analisar os resultados; **Sensor** - geralmente nenhum parâmetro é especificado. O usuário apenas pode obter fluxo de dados de um determinado sensor; **Interativo** - o usuário configura uma série de parâmetros iniciais, inicia o experimento e monitora o curso de sua execução,

modificando parâmetros quando necessário; esta categoria é uma superclasse que inclui as outras duas.

A seguir são apresentados alguns conceitos e definições, assumidas neste trabalho, relativos ao assunto Laboratório de Acesso Remoto e relevantes ao entendimento do texto. Os experimentos remotos abordados neste trabalho enquadram-se na categoria mais abrangente de experimentos interativos.

Laboratórios de Acesso Remoto (LAR) são definidos como laboratórios físicos que disponibilizam recursos para a realização de experimentos controlados remotamente através de uma rede de comunicação. Os recursos podem se classificar em físicos ou humanos. Recursos físicos: são equipamentos, instrumentos, dispositivos físicos devidamente automatizados que podem ser controlados remotamente e/ou ser capazes de transmitir dados gerados pertinentes a algum experimento; programa de computador que possa receber de e/ou enviar para locais remotos dados e informações de controle referentes a algum experimento; sala ou outro ambiente físico necessário para a realização do experimento. Recursos humanos: são pessoas que possam ser acessíveis remotamente, através de comunicação síncrona e/ou assíncrona, cuja atuação presencial ou remota seja necessária para a realização de experimentos. Os recursos para um experimento didático podem estar/pertencer a um único ou a diversos LAR.

Ferramenta LAR α é a denominação adotada para uma ferramenta que consiste de um conjunto de programas de computador, interfaces de usuário e facilidades de comunicação que permitem disponibilizar o acesso remoto a experimentos do tipo α .

Um experimento didático é a associação de um roteiro a um conjunto de recursos devidamente interconectados, definindo ou apresentando opções de ações que devem/podem ser realizadas para se concretizar uma atividade de aprendizagem e alcançar um objetivo pedagógico.

Experimentos didáticos do tipo β : incluem os experimentos relacionados que podem ser realizados através de um conjunto ou subconjunto comum de recursos e que podem ser disponibilizados através de uma mesma Ferramenta LAR β .

As Ferramentas LAR podem ser construídas de forma integrada ao ambiente TIDIA-Ae, utilizando suas facilidades de comunicação, estruturação, armazenamento e recuperação de dados, ou então de maneira independente através de linguagens de programação genéricas ou de ferramentas específicas para tal, como o LabView da National [17].

Se uma Ferramenta LAR for construída utilizando as facilidades de comunicação, estruturação, armazenamento e recuperação de dados, gerência de recursos e protocolos do TIDIA-Ae, então sua integração ao ambiente TIDIA-Ae é natural e não demanda muito esforço. Entretanto, se for construída de maneira independente através de linguagens de programação genéricas ou de ferramentas específicas para tal, como o LabView, haverá um esforço extra para sua integração. O refinamento de requisitos para a implementação de software para se minimizar esse esforço extra é um dos objetivos desse trabalho.

Uma variedade de atividades em experimentação remota tem sido desenvolvida e publicada [3], [4], [5], [6], [7]. No entanto, a maioria desses sistemas não tem o objetivo de desenvolver uma infra-estrutura genérica para laboratórios de acesso remoto integradas a ambientes de aprendizagem; provêm apenas funcionalidades e facilidades para a automação e acesso remoto a experimentos.

2.2. Projeto TIDIA-AE

O projeto TIDIA-Ae, um programa de Inovação Tecnológica da FAPESP [12] acolhe tanto o desenvolvimento como a pesquisa na área de aprendizagem suportada por computadores e redes de alta velocidade. Estão sendo interconectados diversos laboratórios da capital e do interior do estado de São Paulo através de fibra ótica, estabelecendo uma rede de alta velocidade que deverá suportar esses desenvolvimentos e pesquisas.

Os objetivos do projeto incluem a especificação, o projeto e o desenvolvimento de um sistema e conjunto de ferramentas de apoio ao aprendizado eletrônico (e-learning), aqui denominado ambiente TIDIA-Ae, utilizando-se de e disponibilizando-o como software livre. O ambiente deve explorar e se beneficiar de propriedades de redes de alta velocidade como grande largura de banda e baixa latência.

A arquitetura de software adotada, baseada em componentes, viabiliza o reuso e a extensão da infraestrutura resultante, o que facilita o seu desenvolvimento colaborativo atual (15 laboratórios trabalhando em conjunto no projeto) e a incorporação de novas facilidades a serem desenvolvidas no futuro.

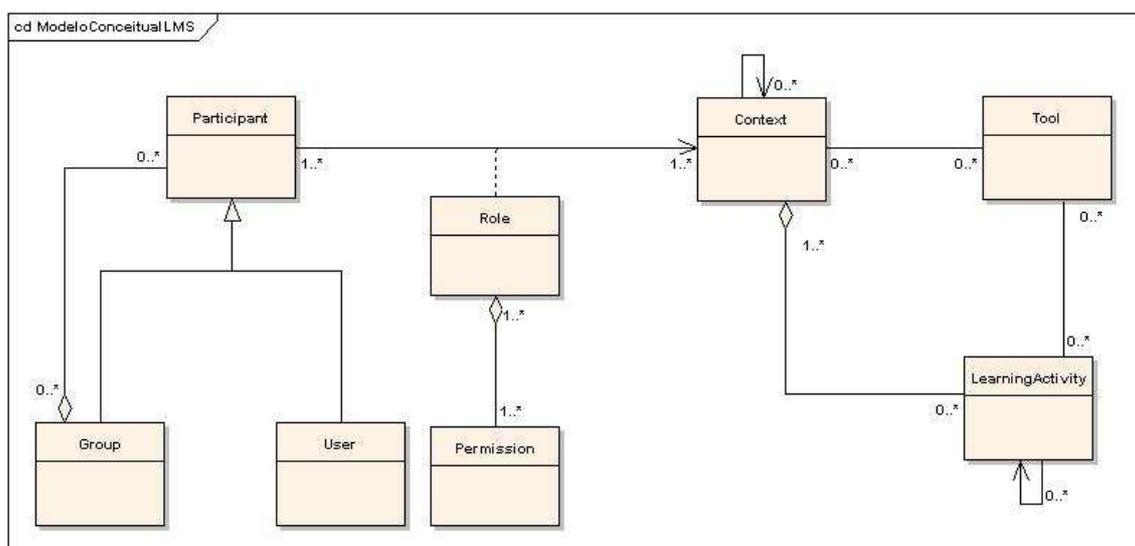


Figura 1: Modelo Conceitual do TIDIA-AE [12]

O modelo conceitual do ambiente é representado na Figura 1. Observa-se que aos participantes no ambiente, como professores, alunos, técnicos, pessoal administrativo, etc. são associados papéis, aos quais estão atribuídas permissões. O acesso a ferramentas só é possível dentro dos contextos e/ou atividades de aprendizagem nos quais essas ferramentas tenham sido habilitadas, respeitando objetivos pedagógicos a serem alcançados.

Como ferramentas típicas do ambiente TIDIA-Ae, classificadas como assíncronas ou síncronas, estão correio eletrônico, comunicador multimídia instantâneo [18], whiteboard, etc. Uma ferramenta que tenha sido construída para disponibilizar o acesso remoto a algum experimento, realizado fisicamente em um Laboratório de Acesso Remoto - LAR, como a ferramenta abordada neste trabalho, enquadra-se no

modelo da mesma forma que as ferramentas exemplificadas; são especializações de “Tool”. Assim, as Ferramentas LAR herdaram do ambiente a gerência/autenticação de usuários, o planejamento de atividades, a gerência de contexto e outras facilidades comuns a todas as ferramentas do ambiente.

A construção da Ferramenta LAR abordada neste artigo e os experimentos realizados com ela geraram subsídios para a construção de um software para permitir a incorporação de facilidades do ambiente TIDIA-Ae a Ferramentas LAR, como as relacionadas com agenda, reserva de recursos e autenticação de usuários. Essa incorporação, somada a outras facilidades do software, viabiliza a utilização das Ferramentas LAR de maneira integrada ao ambiente TIDIA-Ae e a definição de atividades de aprendizagem em conjunto com outras ferramentas do TIDIA-Ae [19].

3. Ferramenta LAR-MRPBR

A Ferramenta LAR-MRPBR (modelagem de resposta de pressão à barra em ratos) foi construída para permitir a realização remota de experimentos do tipo **Modelagem de Resposta de Pressão à Barra em Ratos**. A não disponibilidade à época da rede ótica de alta velocidade implicou a decisão de se considerar um ambiente favorável, mas que apresentasse restrições em relação à situação ideal da rede ótica. A opção foi utilizar uma rede local a 100 Mbps, por onde se comunicaram a máquina que controlava a caixa de Skinner e capturava o vídeo do rato e a máquina que oferecia a interface gráfica de operação ao experimentador.

A caixa de Skinner foi devidamente automatizada, com circuitos de potência e sensores controlados pelo microcomputador através de porta paralela. A configuração do hardware utilizado nos experimentos, tanto na máquina de controle quanto na de operação, foi: processador pentium IV de 1Ghz, 256MB Ram. Na captura do vídeo utilizou-se uma WebCam(USB). A Ferramenta foi desenvolvida em C++, JAVA(JNI) e JAVA, mantendo um sistema em camadas, orientado a objeto, e com recursos de rede XML-RPC para JAVA. A comunicação de controle é realizada através de um fluxo assíncrono de informações, dirigido por eventos do experimentador ou do rato, transparente a “firewall”.

Todos os controles e informações capturadas são armazenadas em arquivos XML para análises posteriores e também disponíveis para análises “on the fly” (trabalho em desenvolvimento), que podem sugerir medidas a serem tomadas durante a realização do experimento.

4. Experimento de Modelagem de Resposta de Pressão à Barra em Ratos

Um aspecto fundamental na formação de profissionais em nível superior é o desenvolvimento do pensamento analítico fundamentado no conhecimento científico. Para atingir esse objetivo a formação profissional na área de psicologia deve promover as competências necessárias ao planejamento da intervenção do psicólogo sobre situações complexas, fundamentado no conhecimento consolidado a respeito dos fenômenos e processos psicológicos básicos [14]. O conceito de comportamento operante descreve um fenômeno psicológico básico envolvido em muitos dos processos de aprendizagem conhecidos [15]. Este conceito descreve de forma probabilística as relações que se estabelecem entre as respostas que um organismo emite e os eventos

que ocorrem no ambiente onde este organismo está inserido [16]. O processo de ensino do conceito de comportamento operante, e de outros conceitos relacionados a ele, beneficia-se da realização de experimentos didáticos. Um desses experimentos, comumente realizado presencialmente, consiste na aplicação da técnica de modelagem de respostas para ensinar a um rato a resposta de pressão à barra em uma caixa experimental. O objetivo desse experimento é capacitar o estudante de psicologia analítico comportamental a aplicar o conceito de comportamento operante mediante a descrição sistemática das relações entre variáveis dependentes e independentes observadas nesse fenômeno.

Esse experimento foi realizado remotamente por três estudantes, dois dos quais já o haviam realizado presencialmente. Procedeu-se a uma avaliação prévia para certificação de que estes estudantes conheciam os conceitos teóricos e as técnicas a serem empregadas. Para realizar o experimento os estudantes dispunham de um computador, situado em local distinto do laboratório de aprendizagem animal onde o experimento era realizado. O computador apresentava a imagem e o som capturados no ambiente da caixa experimental. Eles foram instruídos sobre a operação da caixa experimental através do computador. O experimento foi composto por diversas sessões, cada um com uma hora de duração e realizadas em dias diferentes. Cada sessão tinha início com a introdução do rato na caixa experimental por um técnico do laboratório de aprendizagem animal.

Os estudantes empregaram a técnica de modelagem de respostas por aproximações sucessivas [13] para ensinar a resposta de pressão à barra ao rato. Esta técnica exige que o estudante considere o conjunto das respostas emitidas pelo rato (os diversos movimentos que ele faz dentro da caixa) e eleja, em diferentes momentos, aquelas que devem ser seguidas pelo acionamento do dispensador de água. O acionamento do dispensador era controlado pelo estudante na etapa inicial do experimento. Posteriormente, a critério do estudante, poderia ser selecionado um modo de operação automático sob o qual o dispensador era acionado sempre que a barra de respostas fosse pressionada pelo rato.

O sucesso do processo de modelagem de respostas depende da acuidade com a qual as respostas a serem seguidas pelo acionamento do dispensador forem selecionadas, bem como da restrição do tempo transcorrido entre a ocorrência dessas respostas e o acionamento do dispensador de água. Por essa razão, tanto o tempo de latência transcorrido entre a ocorrência de uma resposta na caixa experimental e a sua apresentação na tela do computador remoto operado pelo estudante quanto o tempo transcorrido entre o comando do acionamento do dispensador pelo estudante e o acionamento efetivo desse dispositivo na caixa experimental precisam ser limitados.

5. Resultados

A realização do experimento pelos três estudantes resultou no ensino da resposta de pressão à barra aos ratos. O tempo necessário para o ensino dessa resposta no experimento realizado remotamente foi similar ao tempo tipicamente necessário para o ensino desta mesma resposta quando este experimento é conduzido presencialmente. Os três estudantes que realizaram o experimento remotamente precisaram de uma, três e quatro sessões, respectivamente, para completar o processo de modelagem da resposta

de pressão à barra. Para que esse objetivo fosse atingido, quando da realização presencial desse experimento por 19 duplas de estudantes, foi necessária a realização média de 4,26 sessões, com desvio padrão 1,15, conforme dados registrados no laboratório.

Após o ensino da resposta de pressão à barra, um dos estudantes estabeleceu uma nova resposta a ser ensinada, a passagem do rato por dentro de uma argola de aço, tendo realizado com sucesso essa tarefa.

A maior parte da latência observada na realização do experimento, média aproximada de 300ms, deveu-se ao processo de captura e codificação/decodificação de imagem e à comunicação entre câmera e processador. Embora esse tempo possa ser sensivelmente reduzido com o uso de tecnologia mais adequada para captura digital de vídeo (câmeras DV ou miniDV) e interface/comunicação com protocolos mais eficientes (DV IEEE-1394), o atraso não interferiu no sucesso dos experimentos, já que pouco acrescenta ao tempo médio de reação humana. Isso significa que o rato não deixou de associar os reforços às ações que ele tenha tomado, mesmo tendo sido oferecidos cerca de 300ms mais tarde.

Esses resultados, em conjunto com a observação das operações realizadas pelos estudantes durante o experimento, validam a Ferramenta LAR-MRPBR, tendo demonstrado que os principais requisitos dessa ferramenta, os tempos de latência para a apresentação da imagem e para o acionamento do dispensador, foram satisfatórios.

A realização do experimento também permitiu levantar sugestões de alterações e extensões na Ferramenta LAR-MRPBR. A principal dessas alterações refere-se à apresentação da imagem da caixa experimental em vídeo, que deve ser apresentada em dimensão maior que a atual (240x180 pixels), sem prejuízo da qualidade de exibição (taxa de quadros, resolução, etc.). Uma extensão importante é a possibilidade do controle da intensidade de luz produzida por uma lâmpada instalada na caixa experimental. Essa funcionalidade permite realizar outros experimentos similares ao que foi descrito, porém com maior complexidade e grande interesse didático para a área de psicologia.

Para que a realização remota do experimento descrito neste artigo possa ser disponibilizada em maior escala é preciso contar com um sistema de software que gerencie a sua realização por múltiplos usuários. Para subsidiar a atividade de análise de requisitos de tal sistema procedeu-se, durante a realização do experimento, à descrição das diversas operações necessárias à sua realização. Essa descrição permitiu definir o papel exercido por alguns atores que interagem com o sistema de gerenciamento do experimento: o professor responsável, o aluno, o técnico e pessoal administrativo. O Laboratório de Acesso Remoto (LAR) neste experimento é um laboratório de aprendizagem animal convencional equipado com recursos de software e hardware adequados.

Pessoal técnico e administrativo do LAR, ou software que o represente, deve: a) receber solicitações de recursos [ratos e equipamentos] enviadas por professores responsáveis cadastrados no sistema; b) Estabelecer horários e períodos em que os recursos estarão disponíveis; c) Receber solicitações de horários para sessões enviadas por um professor responsável ou por um aluno; d) Proceder à privação de água dos ratos nos períodos estabelecidos; e) Disponibilizar os equipamentos e ratos no período de

realização das sessões. O professor responsável é um usuário do sistema com as seguintes atribuições: a) especificar atividades de aprendizagem que usem a Ferramenta LAR-MRPBR; b) definir participantes do experimento; c) definir papéis e permissões aos participantes específicas da atividade/Ferramenta; d) realizar reserva de períodos quando os experimentos podem acontecer; e) acessar relatórios das operações realizadas pelos alunos durante o experimento; f) eventualmente, acompanhar online a execução de experimentos. O professor responsável também acumula as atribuições dos alunos cadastrados: a) solicitar um horário para sessão experimental, momento em que é feita a solicitação da privação de água do rato atribuído ao aluno; b) realizar a sessão dentro do prazo estabelecido pelo sistema, após a marcação do horário para sessão; c) acessar relatórios relativos a suas sessões e seus experimentos.

Durante a realização do experimento, ou em períodos específicos, tanto o professor responsável quanto os alunos devem poder se comunicar com o técnico do LAR através de ferramentas de comunicação instantânea textual e/ou de áudio-vídeo. A função dessa comunicação é proporcionar um meio alternativo para a solução de eventuais problemas não tratados pelo sistema. Experimentos podem ainda ser realizados em grupos de alunos de forma colaborativa. A comunicação instantânea entre parceiros, nesse caso, é fundamental.

6. Conclusões

O experimento realizado demonstrou a possibilidade de sua realização como atividade de aprendizagem relevante para a formação profissional em nível superior na área de psicologia. A ferramenta atualmente desenvolvida atende tanto aos requisitos funcionais quanto aos requisitos de sistema necessários para a realização do experimento, sendo adequada para oferecer suporte à atividade de aprendizagem proposta.

O Experimento de Modelagem de Resposta de Pressão à Barra em Ratos mostrou-se bastante apropriado para o levantamento de requisitos desejado. Características como a experimentação com ser vivo, a necessidade de intervenção de técnicos, a necessidade de realização de experimentos em múltiplas e em número variável de sessões, a possibilidade de execução colaborativa do experimento, a necessidade de se estabelecer períodos de tolerância para a reserva, a possível necessidade de se requerer a manutenção do rato e sua identificação para experimentos futuros, etc. permitiram o levantamento de um conjunto rico e abrangente de requisitos.

Esses requisitos, somados a outros, identificados em outras circunstâncias, contribuíram com o desenvolvimento de um software de apoio a Ferramentas LAR, em geral, para a integração dessas ferramentas no ambiente TIDIA-Ae e para que esse ambiente possa fornecer-lhes serviços comuns, nem sempre encontrados nessas ferramentas, principalmente os relacionados à gerência de usuários e recursos [19].

Uma nova versão da LAR-MRPBR está sendo construída utilizando as facilidades de comunicação síncrona (áudio, vídeo, controle), de estruturação, armazenamento e recuperação de dados do projeto TIDIA-Ae. Essa versão deve incorporar as sugestões emitidas neste trabalho. Uma atividade de aprendizagem com a nova versão da ferramenta fará parte da prova de conceito do projeto TIDIA-Ae.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e aos pesquisadores e bolsistas do projeto TIDIA-Ae do Núcleo São Carlos pelas valiosas reuniões e discussões.

Referências

- [1] D. Ferreira, J. M.; Müller, “The MARVEL EU project: A social constructivist approach to remote experimentation”. in 1st Remote Engineering and Virtual Instrumentation International Symposium, Villach - Austria, 2004, 11p.
- [2] MIT, “The Challenge of Building Internet Accessible Labs,” 2005. [Online]. Available: <http://icampus.mit.edu/ilabs/>
- [3] MIT, “i-Lab.” [Online]. Available: <http://icampus.mit.edu/ilabs/>
- [4] RPI, “Automated Internet Measurement Laboratory.” [Online]. Available:<http://nina.ecse.rpi.edu/shur/remote/>
- [5] UIU, “Bugscope.” [Online]. Available: <http://bugscope.beckman.uiuc.edu/>
- [6] UTC, “Control System Lab.” [Online]. Available: <http://chem.engr.utc.edu/Webres/Stations/controlslab.html>
- [7] CUNY, “e-Lab.” [Online]. Available: <http://www.mission-technology.com/nsfrobot/>
- [8] J. M. Müller, D.; Ferreira, “Online labs and the MARVEL experience,” International Journal of Online Engineering, vol. 1, no. 1, 2005.
- [9] D. Müller, “Mixed Reality Learning and Working Environments - The MARVEL approach,” in 12th European Conference for Educational and Information Technology, Karlsruhe, 2004, p. 6p.
- [10] F. W. Müller, D.; Bruns, “Experiential Learning of Mechatronics in a Mixed Reality Learning Space,” in European Distance and E-learning Network Conference, Helsinki, Finland, 2005, p. 4p.
- [11] A. Bagnasco, A.; Scapolla, “A Grid of Remote Laboratory for Teaching Electronics,” in 2nd International LeGE-WG Workshop on e-Learning and Grid Technologies: A Fundamental Challenge for Europe, Paris - France, 2003, p. 4.
- [12] TIDIA-AE, “Portal TIDIA-AE.” [Online]. Available: <http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/home>
- [13] M. A. Matos; G.Y. Tomanari; “A análise do comportamento no laboratório didático” São Paulo : Manole, 2002.
- [14] UFSCar –“Curso de Psicologia” – Manual de curso de graduação, 2004.
- [15] C. Catania; “Aprendizagem” Porto Alegre: ArtMed, 2000.
- [16] B.F. Skinner; “Ciência e Comportamento Humano” São Paulo: Martins Fontes, 1978.
- [17] National Instruments: LabVIEW, disponível em www.ni.com/labview/ , consultado em 20/07/2005.

-
- [18] D. C. Lobato et al.; “Uma Arquitetura para Comunicação Multimídia Instantânea em um Ambiente de Aprendizado Eletrônico”, submetido ao WebMedia-SBC 2005.
- [19] C. Prazeres et al.; “Integrando Experimentos Remotos em um Ambiente de Aprendizagem Eletrônico”, submetido ao WebMedia-SBC 2005.