A Importância da Experiência na Educação em Controle de Processos: Desenvolvimento de Módulos Didáticos para Aprendizagem Baseada em Projetos

Accacio Ferreira dos Santos Neto [+], Tarcísio Jorge Santos Pinto [*], Francisco José Gomes [++], Flávio de Souza Barbosa [**]

[+] Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 36036-330,Brasil
[*] Faculdade da Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, 36036-330,Brasil
[++] Departamento de Energia, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 36036-330,Brasil
[**] Departamento de Mecânica Aplicada e Computacional, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 36036-330,Brasil

Email: accacio.neto@engenharia.ufjf.br, tarcisio.pinto@ufjf.edu.br , chico.gomes@ufjf.edu.br , flavio.barbosa@ufjf.edu.br

Abstract

This article has the objective to present a proposal for the development of educational modules for Project-Based Learning, having as the scope education in process control. However, differently from the conventional, once the proposed method brings additional aspects of the Project Based Learning (PBL), as elements of the thought of the philosopher Henri Bergson that contribute to the potential of the methodology proposed by the experience. Thus contributing to the training of engineers and teachers' reflection-guiding on the potential inherent in active methods of teaching and learning, such as the development of laboratory modules in the midst of peculiar aspects between theory and experiment. Anyway, this article in its development shows the correlation between the Project Based Learning and "experience notion" presented by Bergson, the proposed methodology, viable examples of application, in addition the final considerations.

Keywords: aprendizagem baseada em projetos; controle de processos; módulos didáticos; experiência; Henri Bergson.

1 Introdução

As grandes mudanças decorrentes da evolução das ciências propiciam um conhecimento cada vez mais profundo sobre o mundo do qual fazemos parte, proporcionando grandes transformações e aperfeiçoamentos em nossa sociedade.

A educação, logo, também é diretamente influenciada, necessitando acompanhar os principais adventos de nosso tempo: a internet, a informática, os dispositivos eletrônicos, a grande produção de conhecimento etc. Devemos também ressaltar a influência da indústria que permeia as necessidades e os hábitos criados pelo homem, interferindo nos propósitos educacionais da sociedade.

Em suma, é manifesto que a educação em âmbito geral passa por um período de reformulação, onde *"o repensar a educação"* ganha cada vez mais destaque (Floyd & Smith, 2012). Observa-se, através do calendário de eventos acadêmicos, que *workshops*, simpósios, congressos, conferências, destinados à educação são mais comuns do que em outros tempos. Particularmente, no contexto da engenharia brasileira, levando em consideração apenas a ABENGE ("*Associação Brasileira de Educação em Engenharia*"), vemos que a entidade já divulga a realização de vários eventos de grande porte neste ano, em várias partes do mundo, cujo tema principal remete justamente à educação em engenharia (http://www.abenge.org.br/eventos).

De fato, em linhas gerais, tais ocorrências indicam este movimento de reformulação que favorece o desenvolvimento de metodologias de ensino-aprendizagem e a construção de conhecimentos mais fundamentados. São exemplos disto as atuais metodologias de ensino centradas no aluno como a "*Aprendizagem Baseada em Problemas*" e a "*Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP*" que ganham cada vez mais adeptos e atenção, como na educação em engenharia, em decorrência da postura inovadora que possibilita tanto ao professor quanto ao aluno, concretizando uma nova dinâmica cognitiva, além da naturalidade com que se adaptam ao contexto de um engenheiro que necessita "*engenhar*" projetos e problemas de forma dinâmica (Mills & Treagust, 2003; Masson, Miranda, Munhoz & Castanheira, 2012; Andrade, 2012). Refletindo-se sobre os significados inerentes a essas novas metodologias, apreende-se que um de seus aspectos mais essenciais consiste na busca pela construção do conhecimento a partir da experiência, que aproxima os estudantes da realidade, tornando-os mais aptos para seu papel na sociedade.

Com base nesses pressupostos, no contexto deste trabalho, enfatizamos a importância de atividades que objetivam este contato efetivo com a experiência: estágios, iniciação científica, práticas laboratoriais, desenvolvimento de projetos, desenvolvimento de módulos laboratoriais etc., os quais constituem caminhos para a solidificação do conhecimento. Enfim, é perceptível que as novas metodologias, como a *ABP*, têm este intuito como fundamento, e podem ser vislumbradas em perspectivas diferentes, pois que possuem potencialidades ainda não exploradas.

Nesta direção surge a motivação deste trabalho, que busca contribuir especialmente com o ensino de controle de processos por meio do desenvolvimento de módulos didáticos para a aprendizagem baseada em projetos. Como fundamento teórico de sua abordagem do campo educacional traremos o pensamento do filósofo Henri Bergson (1859-1941), especialmente sua concepção de experiência, que muito acrescenta à compreensão científica e filosófica dos elementos relacionados à construção do conhecimento e da aprendizagem. Deste modo, o trabalho se dividirá organizado da seguinte forma: as contribuições de Henri Bergson para a compreensão do significado da experiência no conhecimento e na aprendizagem; a noção de experiência e o desenvolvimento de módulos didáticos para ABP; módulos didáticos para ABP; resultados preliminares; considerações finais.

2 As contribuições de Henri Bergson para a compreensão do significado da experiência no conhecimento e na aprendizagem

Os estudos da filosofia de Bergson e de sua relação com a Educação vêm ganhando cada vez mais espaço no meio acadêmico em geral, sobretudo nos últimos anos. É sabido que este filósofo francês não escreve nenhuma obra sobre educação, mas é também notório que participa ativamente de movimentos educativos na França, chegando a ser inclusive Conselheiro Superior da Educação Pública. Além disso, Bergson exerce influência marcante sobre importantes teóricos da educação: Claparède, Ferrière e Kerschensteiner, entre outros representantes do movimento de educação renovada, na Europa; John Dewey e William James, precursores da Escola Nova na América do Norte (Trevisan, 1995). A preocupação com a educação está presente em alguns dos mais importantes discursos proferidos por Bergson em importantes eventos internacionais, e posteriormente publicados em determinadas coletâneas, aparecendo também vinculada a alguns de seus principais textos. Bergson preocupa-se antes em desenvolver algumas ideias do que indicar normas e procedimentos. Por isso sua contribuição educacional coloca-se mais no plano teórico do que prático. De qualquer modo, tal contribuição é riquíssima, conforme é enfatizado por renomados filósofos da educação na atualidade, e vem se tornando cada vez mais manifesta através dos inúmeros estudos consolidados em torno da relação do seu pensamento com a educação e áreas afins. Corroborando isto, o estudo realizado por Sandrelena da Silva Monteiro mostra que, entre os anos de 2005 a 2009, foram defendidas só no Brasil e registradas no banco de dados da CAPES 143 trabalhos de pós graduação (dissertações de mestrado e teses de doutorado) e 28 artigos publicados no Scielo tendo por base de estudo a obra de Henri Bergson. No contingente de teses e dissertações, encontramos 15 trabalhos defendidos na área de Educação; 10 na área de Psicologia; 48 na de Letras, Estudos Literários, Linguística e afins; 13 na de Comunicação; 14 na de Teatro, Música e Artes Visuais; 3 na de Saúde; 30 na de Filosofia; 2 na de Ciências da Religião; 1 na de Ciências Sociais; 7 na de História, Memória Social e afins. Tudo isto certamente atesta a contribuição do pensamento de Bergson a diversos campos de conhecimento relacionados direta ou indiretamente à educação e, ao mesmo tempo, o valor que se tem dado a ele (Monteiro, 2010).

Desde quando começa seus estudos, ainda jovem, Bergson mostra-se bastante interessado pela filosofia e pelas ciências. Dedica-se mais diretamente à filosofia mas, com o tempo, não encontra na tradição filosófica nenhuma linha de pensamento que deseje seguir. Mostra desde o início a intenção de tornar a própria filosofia um saber que consiga se impor ao espírito humano com a mesma força da ciência. Isto vai se tornar um traço característico do seu pensamento, manifestando-se depois no momento da publicação de cada uma de suas obras filosóficas. Acredita que as teorias filosóficas apresentam-se repletas de conceitos vagos e abstratos, que não representam a realidade de modo coerente. Por isto, considera que a filosofia deve, de mãos dadas com a ciência, apoiar-se de fato na experiência, para que suas explicações possam manifestar realmente resultados precisos e ao mesmo tempo profundos, a partir do que investigavam. Mas como Henri Bergson concebia a experiência em sua relação com a ciência e a filosofia?

Vemos que a noção de experiência é fundamental no pensamento bergsoniano; condição primeira do conhecimento das coisas. E isto deve aplicar-se, segundo Bergson, tanto à ciência quanto à filosofia. Ele defende que ciência e filosofia devem se comunicar na experiência, apesar de se distinguirem pelo objeto de estudo e pelo método. Tanto uma como outra, no seu entender, têm que se libertar do excesso de intelectualismo que recompõe os objetos com ideias elementares *a priori*, para experimentar diretamente as coisas (Bergson, 1984). O filósofo francês critica teorias que, partindo da experiência de objetos particulares, chegam, através da razão (inteligência), a um conceito universal que passa a representar esses objetos de forma geral e supostamente definitiva, como se fosse uma verdade absoluta

e eterna. Também critica as tendências de pensamento que *a priori*, pela razão, definem previamente alguns conceitos a partir dos quais a realidade múltipla e mutável é explicada de modo generalista (Bergson, 1984, pp. 17 a 22). Conforme ressalta Bergson, a metafísica deve justamente constituir-se pelo esforço de afastar o pensamento dos universalismos abstratos e simbólicos para o inserir, através da intuição, no imediato da realidade movente e concreta da "duração" viva das coisas. Devemos lembrar que "duração" é conceito cunhado por Bergson para representar o tempo real, o tempo da vida que, segundo defende, não se limita ao tempo mecânico, artificialmente criado pelo homem e que encontramos materializado, por exemplo, no relógio. Este tempo mecânico foi representado filosoficamente e utilizado cientificamente, de modo clássico, por exemplo, por Descartes e Newton. Para Bergson, só na experiência concreta da duração cada ser pode ser realmente conhecido e, a partir daí, pensado em si mesmo, preservando o que há de próprio e singular em cada um. Por tudo isto, o método deve, segundo ele, promover para cada objeto de conhecimento uma experiência individualizada, intuitiva, que se coloca no próprio objeto e não busca analisá-lo somente em função de algo já dado. Neste sentido Bergson defende como necessário a renovação incessante da experiência, à qual se associam intuições também renovadas: só assim a metafísica e também a ciência podem realmente fundamentar conhecimentos verdadeiros (Santos Pinto, 2010).

A ciência e a filosofia contemporâneas, defende Bergson, avançaram a partir da consideração da experiência em sua realidade concreta, dinâmica e durável. Sabemos que, para ele, constituíram exemplos deste avanço o que denominamos hoje de física quântica e determinadas teorias filosóficas que começam a se desenvolver em sua época. O conjunto desta experiência muitas vezes se torna acessível por meio de dados científicos que nos fornecem o que Bergson denomina de "linhas de fatos", as quais devem ser acompanhadas e investigadas pelo método intuitivo. É então no confronto do conhecimento proveniente do cruzamento de tais linhas de fatos com o conhecimento que tem acerca da experiência da duração de sua própria consciência – ou seja, na efetivação do que Bergson denomina de "experiência integral" (Bergson, 1984, pp. 38 e 39) – que o pesquisador tem condições de aproximar-se verdadeiramente da solução de importantes problemas científicos e filosóficos. E mesmo que esta "solução" não se manifeste como uma "verdade clara e distinta" tal como propugnada por Descartes, o método da intuição, de acordo com Bergson, pode levar a filosofia e a ciência a alcançarem um conhecimento que tem uma "probabilidade" crescente de aproximar-se da verdade. Este método pode ainda ser visto como um "empirismo superior" que não se atém apenas à experiência imediata, mas a ultrapassa em direção às suas condições, ou um "probabilismo superior", que pode resolver concretamente os problemas, relacionando a condição ao condicionado, "de tal modo que já não exista distância alguma entre eles" (Deleuze, 1999, p.21).

3 A noção de experiência e o desenvolvimento de módulos didáticos para ABP

A partir das descrições desses elementos da teoria de Henri Bergson é possível que surjam alguns questionamentos: como tais elementos podem de fato contribuir para a educação em engenharia direcionada à *ABP*? ou qual a relação entre esses fundamentos teóricos e os aspectos práticos que a educação em engenharia clama? Eis que através dos próprios questionamentos observamos que a correlação existe e acreditamos que especialmente a noção bergsoniana de experiência contempla aspectos teóricos e práticos relacionados à educação em geral e à educação em engenharia em particular, levando em consideração o que procuramos expor na sessão 2.

No entanto, ainda há pontos importantes a serem esclarecidos, como a associação da *ABP* ao desenvolvimento de módulos laboratoriais, além da correlação desta à noção bergsoniana de experiência. De forma sintetizada: como o desenvolvimento de módulos laboratoriais pode ser utilizado pelo *ABP*? ou como propiciar o enriquecimento e aprofundamento da experiência através destes processos?

De início, tais questões ou relações podem até parecerem desconexas, sem sentido. No entanto, um exame criterioso apresenta o contrário, pois que essencialmente possuem algo em comum. Por exemplo, quando analisamos os objetivos da metodologia *ABP,* o que dela concluímos? Concluímos que almeja propiciar a construção de um conhecimento o mais próximo possível da realidade, baseando-se em projetos que emulam da experiência desenvolvida pelos futuros profissionais (Mills & Treagust, 2003; Masson, Miranda, Munhoz & Castanheira, 2012; Andrade, 2012).

Analisando o desenvolvimento de módulos laboratoriais, observamos que o ato requer conhecimentos intrínsecos ao processo, como o da estrutura, dos elementos constituintes, além da compreensão de seu objetivo básico que, em si mesmo, consiste na busca pela aproximação da experiência viva, da prática, relacionando de forma coerente os conceitos teóricos com o meio experienciado, tal como Bergson afirma ser imprescindível ao desenvolvimento e aprofundamento do conhecimento científico e do conhecimento filosófico a partir da necessária integração de ambos.

Enfim, por meio destas análises é apreensível que as duas metodologias citadas acima caminham em **"busca da potencialização da experiência"** que, quando fundamentadas por conceitos teóricos coerentes – tais como, segundo acreditamos, são os conceitos elaborados por Bergson – e orientadas de maneira adequada, podem enriquecer e aprofundar os processos de conhecimento e de aprendizagem. Certamente devemos acrescentar que nem sempre o desenvolvimento de um "módulo" ou o emprego da *ABP* conduzem a isto, já que tal "potencialização da experiência" não acontece por meio de meras teorias expostas em sala de aula: outrossim, ela pressupõe a construção do conhecimento de forma única, sem recortes ou arestas, o que permite aos pesquisadores (professores e alunos) conhecerem de modo mais amplo e verdadeiro o fenômeno pesquisado. Todavia, julgamos que, quando bem conduzidas, estas mesmas metodologias podem sim realizar tal empreendimento.

Com base nessa compreensão, pensamos na possibilidade do desenvolvimento de determinados módulos didáticos para *ABP* capazes de potencializarem a experiência perceptiva e cognitiva, especialmente para o ensino de controle de processos, possibilitando uma grande interação entre os estudantes e os fenômenos tratados. Defendemos que, mediante a devida orientação dos professores, estes estudantes tornam-se capazes de intensificar e aprofundar seu aprendizado, concretizando um determinado tipo conhecimento tecido a partir da experiência que se aproxima em muito do que é defendido pela teoria bergsoniana e que culmina, como vimos, com a noção de "*experiência integral*".

4 Módulos didáticos para ABP

Admitindo que já foram explanados os argumentos necessários para a fundamentação deste trabalho, é possível apresentar a proposta metodológica, bem como exemplos viáveis de sua aplicação.

4.1 Metodologia proposta

Em palavras diferentes, o objetivo principal do trabalho ou sua proposta metodológica é propiciar (oferecer) meios para que os alunos do ensino de controle de processos construam o conhecimento baseado no enriquecimento e aprofundamento da experiência, que relaciona a teoria e a prática de modo dinâmico, orientado pelo ABP.

Para alcançar tal objetivo é possível que haja várias maneiras de implementação simplesmente observando a aprendizagem baseada em projetos: podemos realizá-la dentro de um período curto ou longo, aplicá-la individualmente ou em grupo, em disciplinas de graduação ou de pós graduação, em projetos de iniciação científica etc. Portanto, não é de nosso objetivo limitar ou restringir a metodologia, mas enumerar alguns pilares necessários, admitindo como escopo o ensino de controle de processos. Os pilares são os seguintes:

- Fundamentos do *ABP*: o que tange à organização de grupos e tutores, cronograma, avaliação, fundamentos teóricos do(s) assunto(s) tratado(s) sobre controle de processos, bem como a relação dinâmica professor-aluno;
- Especificidade do Projeto do *ABP*: desenvolvimento de um módulo didático correlato aos conteúdos de estudo, fornecendo meios necessários para o desenvolvimento do módulo, tais como informações técnicas, materiais e um protótipo, caso seja necessário, de modo que o aluno possa despender um maior tempo com questões mais fundamentais;
- Instigar o aluno à potencialização da experiência: aprofundar e enfatizar, durante o processo de aprendizagem (período do curso), a relação teoria-prática, estimulando a intuição dos "dados imediatos" da experiência livre de pressupostos, a compreensão inteligente quanto às peculiaridades do emprego da teoria na realidade, a busca da fundamentação dos conceitos teóricos necessários, a construção criativa e coerente de novas hipóteses, entre outros aspectos.

Em síntese, estes são os pilares propostos que, ao nosso ver, permitem aos estudantes a busca pela potencialização da experiência de formas variadas, devido à flexibilidade, mas priorizando sempre o contato com as peculiaridades que o mundo real proporciona, que são fundamentais para a construção do conhecimento sólido.

4.2 Exemplos de aplicação - Controle de Processos

Remetendo-nos à aplicação da metodologia, contextualizada no objetivo proposto, os exemplos serão orientados à disciplina de controle de processos industriais.

Contextualizando um pouco mais, pressupomos que o projeto deva ser de baixo custo e em menor escala que os processos reais, mas que permita o estudo das características essenciais do objeto de estudo. Como exemplos sugeridos de aplicações básicas desta metodologia, relacionamos os seguintes: controle de nível ou temperatura de

um fluido; controle de bombas industriais; controle de um sistema multivariável (variáveis nível e temperatura); desenvolvimento de um controlador PID digital/analógico; entre outras.

Dentre alguns módulos desenvolvidos no Laboratório de Controle de Processos da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, é interessante exibir dois protótipos para uma melhor exposição da proposta deste trabalho. O primeiro é relativo ao controle de nível e o segundo ao controle de um sistema multivariável com característica de interatividade entre as malhas de nível e temperatura.

4.2.1 Exemplo de aplicação - Controle de nível

O primeiro é um módulo (Figura 1) que possui como objetivo principal o controle de nível de água. Como pode ser observado ele é composto basicamente por um sensor de nível, duas garrafas PET, duas eletrobombas, mangueiras e um suporte de madeira. Mesmo que não apareça no módulo abaixo, advertimos para a necessidade de um circuito de controle das eletrobombas e uma placa de aquisição de dados/controle, a qual pode ser desenvolvida pelos microcontroladores ou por outras formas que podem variar de acordo o objetivo em questão. Adicionamos que tais necessidades podem ser direcionadas aos alunos como parte integrante do projeto.

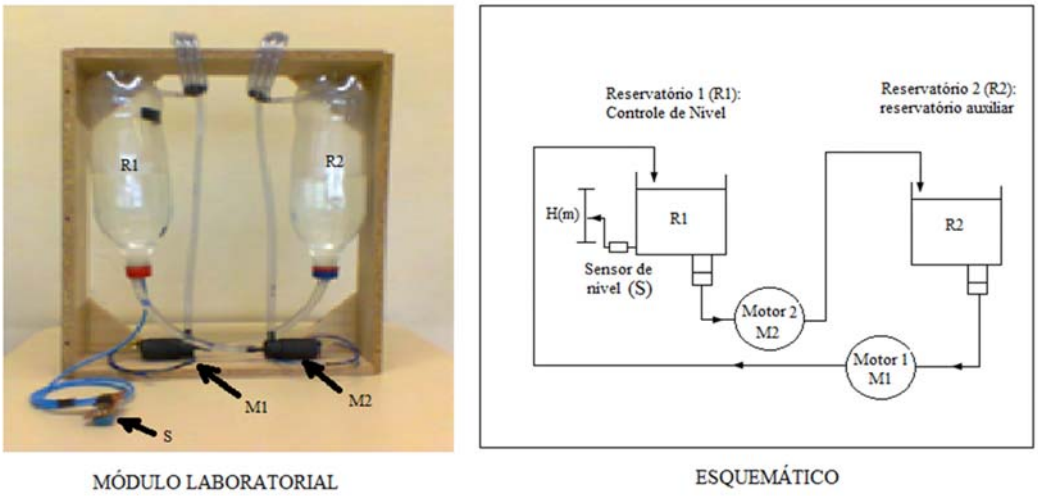


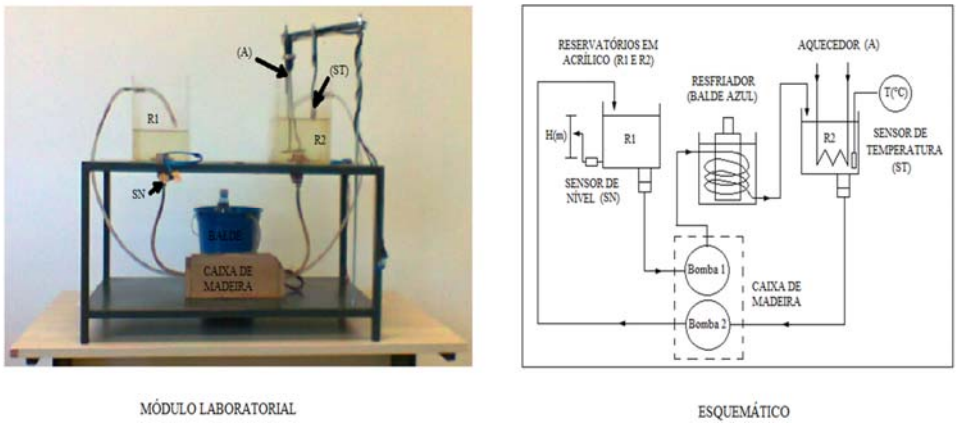
Figura 1: Módulo de garrafas Pet para controle de nível - (Santos Neto, Quintino, Barbosa & Gomes, 2012)

Analisando a figura nota-se, de imediato, a simplicidade dos elementos, o custo relativamente baixo e a simples topologia do sistema. Isto faz com que o módulo possa ser utilizado para o desenvolvimento de conhecimentos tanto dentro de um período curto – tal como pode ser necessário a uma disciplina regular de um curso de Engenharia – quanto em um período mais longo, por exemplo em um projeto de iniciação científica. Logo, é possível compreender o potencial e a flexibilidade agregada ao desenvolvimento do módulo.

Supondo, por exemplo, a utilização do mesmo em uma determinada disciplina, é possível enxergar vários conteúdos atrelados: modelagem do sistema malha de nível, controles industriais característicos, protocolos de comunicação, processamento de sinais, programação, entre outros. Enfim, pode-se dizer que é um "prato cheio" para a aprendizagem tal como foi proposta, propiciando ao ensino o contato com a prática que, em função da orientação do professor, pode levar o(s) aluno(s) à ampliação do potencial das experiências necessárias à construção da aprendizagem e do conhecimento coerentes, como dito.

4.2.2 Exemplo de aplicação - controle multivariável

Quanto ao segundo exemplo (Figura 2), ele remete ao módulo de controle multivariável em que as variáveis nível e temperatura de um fluido interagem entre si. Tal módulo possui como elementos principais 1 suporte de ferro ou madeira, 1 sensor de nível, 1 sensor de temperatura, 1 ebulidor, 1 trocador de calor (1 metro de tudo de cobre imerso na água juntamente com uma garrafa com água congelada no centro do balde), 2 eletrobombas, 2 reservatórios de acrílico. Também não aparecendo no módulo abaixo, ressaltamos a necessidade do circuito de comando dos motores e da potência do aquecedor.



MÓDULO LABORATORIAL ESQUEMÁTICO

Figura 2: Módulo para controle multivariável - (Santos Neto, 2013)

É apreensível que o módulo apresentado é de fato mais complexo, sendo provavelmente necessário um período maior ou até uma melhor organização para seu desenvolvimento. No entanto, também é evidente que a maior complexidade acompanha um maior potencial de aprendizagem que pode ser alcançado. Conteúdos como modelagem e controles típicos de processos industriais relativos às variáveis do módulo, protocolos de comunicação, programação, desenvolvimento de supervisórios etc., são conteúdos de possível abordagem. Concluindo, é perceptível que este módulo propicie conhecimentos que podem ser tanto empregados em projetos destinados às salas de aula, quanto em projetos de iniciação científica e aplicações diversas que demandem um tempo maior para o seu desenvolvimento.

5 Resultados preliminares

Em relação aos resultados obtidos de forma consistente, por enquanto é possível relatar a conclusão de uma dissertação de mestrado (Santos Neto, 2013), além de artigos publicados em anais de congressos (Santos Neto, Quintino, Barbosa & Gomes, 2012; Santos Neto, Quintino, Barbosa & Gomes, 2012) contando com a participação de alunos da graduação envolvidos em projetos de iniciação científica, colaboração que culminou no desenvolvimento dos protótipos das Figuras 1 e 2. Adicionalmente, pode-se dizer, mediante aos resultados e às observações preliminares, que a metodologia proposta permitiu aos alunos de graduação (2) e ao aluno de pós-graduação (1) uma observação da "*experiência em si*", diferente da convencional, aproximando e proporcionando uma maior compreensão entre teoria e prática, desenvolvendo todo o processo de modelagem e controle necessário para o gerenciamento de um processo industrial. Enfim, entre os vários aspectos, cita-se:

- o aprendizado das características dos processos industriais, bem como a modelagem e o controle adequados aos processos envolvidos;
- o conhecimento de sensores/atuadores, protocolo de comunicação, softwares e hardwares, além da necessidade da escolha e aplicação destes elementos;
- a análise das peculiaridades provenientes da prática: interferência de ruídos no circuito de controle, topologia das malhas;
- a adequação do protótipo às condições impostas pelo projeto: custo, objetivo etc.

No entanto, também observaram-se os desafios/dificuldades propostas pela metodologia, tais como:

- a atitude do professor/orientador no processo: a necessidade da sensibilidade de intervenção no processo, sendo o professor o elemento dito "consciente" de todo o processo;
- a adequação do projeto a um semestre de graduação;
- a motivação dos estudantes para ultrapassar os desafios impostos pelo projeto.

6 Considerações finais

É possível que a proposta, de início, não fizesse sentido ou nexo algum, pelo fato de introduzir o pensamento de Henri Bergson ao contexto da educação em engenharia e, ainda, aplicá-lo no desenvolvimento da educação orientada pelo ABP. Pouco sentido também poderia possuir a relação entre essas ideias e a colaboração no desenvolvimento de módulos laboratoriais. No entanto, mediante o desenvolvimento do trabalho estas relações mostraram-se viáveis,

apresentando significado e utilidade. Neste sentido apresentou-se a proposta metodológica baseada em determinados aspectos da concepção bergsoniana de experiência, buscando acrescentar ou ressaltar elementos de grande importância no processo da ABP, tais como o processo de construção do conhecimento e da aprendizagem, o fundamento da experiência, a relevância da atitude do professor/tutor na orientação deste processo e a potencialidade do desenvolvimento de módulos laboratoriais.

Particularmente no que diz respeito ao papel dos orientadores ressaltou-se a importância de se enfatizar a relação teoria-realidade, sobretudo através da compreensão das peculiaridades do emprego da teoria na prática, da busca pela criação e fundamentação dos conceitos teóricos na experiência, entre outros aspectos que propiciam a construção diferenciada e coerente do conhecimento. Em relação ao desenvolvimento dos módulos laboratoriais, destinados ao controle de processos, destacou-se a riqueza e a viabilidade da aplicação destes com a ABP, que, de fato, constituem meios de grande utilidade para propiciar o contato com a experiência.

Em face do que foi exposto e desenvolvido, acreditamos que o objetivo principal foi alcançado, apresentando a importância do desenvolvimento de módulos laboratoriais para a educação em engenharia, especificamente direcionada para a de controle de processos. Esperamos que este trabalho venha a contribuir para a formação dos futuros engenheiros, bem como para uma reflexão sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos e suas potencialidades, que podem, de fato, contextualizar e estreitar a relação universidade-indústria.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional, aos Grupos de Estudos Henri Bergson e PET Engenharia Elétrica, ambos da UFJF, à CAPES e à FAPEMIG.

Referências

Andrade, T. (2012, September). Project based learning activities in engineering education. *Proceedings of 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*,Villach, Austria.

Bergson, H. (1979). *Cartas, conferências e outros escritos.* São Paulo: Abril Cultural. (Coleção Os Pensadores)

Deleuze, G. (1999). *Bergsonismo*. (L. B. L. Orlandi., trad) São Paulo: Editora 34. (Coleção TRANS). (Incluindo dois apêndices: *A concepção de diferença em Bergson* e *Bergson*).

Froyd, J.E., Wankat, P.C. & Smith, K.A. (2012, May). Five Major Shifts in 100 Years of Engineering Education, *Proceedings of the IEEE* , vol.100, pp. 1344-1360.

Masson, T. J., Miranda, L. F., Munhoz Júnior, A. H. & Castanheira, A. M. P. (2012, setembro). Metodologia de ensino - aprendizagem baseada em projetos (PBL). Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém, PA, Brasil.

Mills, E. J., Treagust, D. F. (2003). Engineering education - is problem-based or problem-based learning the answer?. Australasian Journal of Engineering Education. Retrieved May 24, 2013, from http://www.aaee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf

Monteiro, S. da S. *Contribuições da teoria bergsoniana nas pesquisas em educação: explorando outros mares...* Trabalho apresentado como requisito à conclusão da disciplina de "Educação Brasileira: gestão e prática pedagógicas", ministrada pela Profa. Dra. Diva Chaves Sarmento, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação (Doutorado em Educação) da Faculdade de Educação de Universidade Federal de Juiz de Fora (16/11/2010).

Santos Neto, A. F., Quintino, J., Barbosa, F. S. ,Gomes, F. J. (2012, setembro). Ensino de eficiência energética aplicada ao controle de processos através do Matlab e de um módulo laboratorial de baixo custo. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém - PA, Brasil.

Santos Neto, A. F., Barroso, J., Quintino, J., Barbosa, F. S. (2012, setembro). Tornando a educação em controle de processos mais realista: a utilização do Protocolo Opc. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém - PA, Brasil.

Santos Neto, A. F. (2013). Aplicação do Protocolo Aberto OPC e do FOSS Scilab no Desenvolvimento de um Módulo Laboratorial para Controle de Processos Industriais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

Santos Pinto, T. J. (2010). *O método da intuição em Bergson e sua dimensão ética e pedagógica*. São Paulo: Loyola.

Trevisan, R. M. (1995). *Bergson e a Educação*. Piracicaba: Editora Unimep.