

## **Projeto educativo e o ciclo básico das Engenharias: uma iniciação à prática de pesquisa acadêmica**

Wagner Marcelo Pommer

**Resumo:** Este texto descreve e analisa o desenvolvimento de um Projeto Articulador pautado na criação e construção de uma bomba eólica, num contexto interdisciplinar e transdisciplinar. O projeto foi aplicado em uma turma do 3º semestre do ciclo básico das Engenharias. Nos inserimos em uma pesquisa-ação, destacando as contribuições das manifestações envolvidas na elaboração do Memorial, um recurso essencial para promover a interdisciplinaridade e desenvolver a prática de pesquisa acadêmica. Observamos que a confecção do Memorial favoreceu a reflexão discente durante as etapas de concepção e construção do produto, na busca dos conhecimentos necessários, assim como possibilitou uma forma alternativa de registro de um trabalho técnico, o que destacou a narrativa como uma forma natural de manifestação da evolução processual da construção da bomba eólica.

**Palavras-Chave:** Bomba eólica. Memorial. Projeto articulador. Ensino de engenharia.

## **Educational project and the basic cycle of Engineering: an introduction to academic research practice**

**Abstract:** This paper describes and analyzes a Project Articulador development that was guide by the creation and construction of a wind pump, inserted in an inter and transdisciplinary context. The project was implemented in a 3rd semester class of engineering basic cycle. Taking placed at an action research, we highlight the contributions involved in Memorial manufacturing manifestations, an essential resource to promote interdisciplinary and develop academic research practice. We observed that Memorial confection favored student's reflections during design and construction product stages, in searching the necessary knowledge, as well as turned possible an alternative registering way of a technical work, which highlighted narrative as a natural manifestation of procedural evolution on a wind pump construction.

**Keywords:** Wind pump. Memorial. Articulator project. Engineering teaching.

## Introdução

Em nível universitário emergem discussões envolvendo como o conhecimento deve ser veiculado no processo de formação dos graduandos das várias áreas da Engenharia.

Num quadro mais geral, as Instituições de Ensino Superior ainda apresentam um modelo de pouca flexibilidade face ao crescente acúmulo de conhecimento e às rápidas evoluções no campo das tecnologias, que marcam profundas repercussões na sociedade. Neste quadro, Krasilchik (2008) destaca que emergem tensões que demandam ao menos algumas mudanças no cenário das Instituições de Ensino Superior, como o curricular, o epistemológico e o didático, dentre outros.

Historicamente, o modo de relação envolvendo a tríade conhecimento, sociedade e capital tem moldado, em muito, as formas como as instituições de ensino se estabeleceram e evoluíram.

Na sociedade antiga e mercantilista, o conhecimento esteve associado às técnicas agrícolas e pré-industriais. Com o advento do capitalismo, o conhecimento migrou pela substituição das habilidades e técnicas humanas (camponeses e artesãos), transmitidas de geração em geração, para métodos, dispositivos e maquinários desenvolvidos pelo aprimoramento do conhecimento.

Quanto ao engenheiro, a este cabia conhecer e aplicar a tecnologia, o agente propulsor da sociedade industrial. Em relação ao homem (operário) que trabalhou no capitalismo, este deveria ser eficiente, isto é, fazer o maior número de coisas no menor tempo, sem reflexões. Este ambiente amplificou a existência do denominado capital físico ou material.

Atualmente vivemos o capitalismo pós-moderno, na Era Pós-Industrial, que se afastou da tendência mercantilista e capitalista. A era Pós-Industrial perpassa duas etapas: a ‘Era da Informação’ e a ‘Era do Conhecimento’. Neste novo mundo, o trabalho físico foi delineado para ser realizado pelas máquinas e computadores. Nele, caberia ao homem ser criativo e ter ideias, uma tarefa para a qual seria insubstituível. Esta etapa fez surgir o termo capital humano, que seria:

[...] representado pelo conjunto de capacitações que as pessoas adquirem através da educação, de programas de treinamento e da própria experiência para desenvolver seu trabalho com competência, bem como pelo desenvolvimento de várias competências do ponto de vista profissional. A teoria do Capital Humano foi desenvolvida na década de 60 por dois economistas que mais tarde receberiam o prêmio Nobel (Theodore Schultz e Gary Becker). Segundo essa teoria poderíamos dizer, de forma resumida, que o progresso de um país é alavancado pelo investimento em pessoas (LUCCI, 2012, p. 2).

O desenvolvimento e aprimoramento contínuo e acelerado nas várias áreas científicas, sofrendo mutações e correções permanentes, viabilizou a era Pós-Industrial. Nessa nova ‘Era do conhecimento’ ocorre a valorização do capital imaterial ou capital conhecimento. Este capital imaterial ou capital conhecimento “[...] recobre e designa uma grande quantidade diversidade de capacidades heterogêneas, [...] entre as quais o julgamento, a intuição, o senso estético, o nível de formação e de informação, a faculdade de aprender e de se adaptar a situações imprevistas” (GORZ, 2005, p. 29).

O valor do capital imaterial vai além do aspecto econômico, caracterizando-se por ser inapropriável, indivisível, não quantificável e difuso. Nesta concepção, o conhecimento se transformou na principal força produtiva, um artigo imprescindível para o atual mercado de trabalho. Isto fez com que o conhecimento atingisse um patamar de bem de patrimônio universal, globalizado, disponível a todos, não se prestando a apropriação exclusiva de poucos.

Essas considerações tecidas pressupõem necessariamente um repensar sobre como o conhecimento é veiculado na etapa de formação nos atuais cursos de Ensino Superior. Algumas questões surgem: qual a natureza do conhecimento a ser veiculado no ambiente Universitário, de modo a preparar o aluno para as competências necessárias para o ambiente de mercado? Quais as dinâmicas que os cursos de Engenharia podem ajustar para desempenhar um papel mais pró-ativo, de modo a promover ações de mobilização de conhecimentos e competências, visando ao preparo acadêmico e profissional dos alunos de cursos de Engenharia?

Das questões suscitadas, inicialmente destaco a questão do conhecimento veiculado nas Universidades. Há muitos séculos o conhecimento tem sido tratado de forma fragmentada no currículo escolar. Marcovitch (1998) aponta que a convivência das múltiplas expressões do saber, uma dimensão fundamental da universidade, acaba se fragmentando pela própria estrutura das Instituições de Ensino Superior, dificultando o aflorar da diversidade.

Torna-se necessário discutir, no âmbito universitário, uma visão mais abrangente relativa aos valores envolvidos nessa questão. Torna-se imprescindível situar como o conhecimento pode circular e enredar nas diversas disciplinas do círculo universitário.

Inserida numa panorâmica de formação em nível superior, as ‘Diretrizes Curriculares Nacionais’ destacam a necessidade de incrementar a Educação Profissional, almejando o desenvolvimento da capacidade de “[...] mobilizar, articular e colocar em ação conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades

requeridas pela natureza do trabalho e pelo desenvolvimento tecnológico” (BRASIL, 2002, p. 37).

Nesse quadro, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade se constituem em ferramentas essenciais para efetivar a circulação do conhecimento no âmbito escolar. No presente artigo, objetivamos descrever e analisar as diretrizes, o encaminhamento e os registros de um projeto envolvendo a criação e construção de uma bomba eólica, organizado e articulado em uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar de formação no ciclo básico das Engenharias.

### **Pressupostos embasadores: o projeto como recurso interdisciplinar e transdisciplinar**

É fato trivial que todo saber mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos. Porém, usualmente, a conversa entre os conhecimentos das diversas disciplinas ocorre geralmente de modo tênue, protocolar e de modo implícito, visto que cada disciplina mantém seus objetivos e métodos próprios. Esse é o contexto da multidisciplinaridade.

O âmbito do trabalho escolar pode ir além do caráter multidisciplinar, se os objetos particulares tratados em cada disciplina mantiverem vínculos mais estreitos com as outras disciplinas. Autores como Japiassu (1976), Fazenda (1979) e Machado (1995) destacam a interdisciplinaridade como recurso enriquecedor das relações e articulações entre os diversos conhecimentos das várias disciplinas.

O assunto interdisciplinaridade ainda é mal interpretado e pouco habitual no ambiente de ensino, principalmente se nos referirmos ao Ensino Superior.

O significado curricular de cada disciplina não pode resultar de uma apreciação isolada de seu conteúdo, mas sim do modo como se articulam as disciplinas em seu conjunto; tal articulação é sempre tributária de uma sistematização filosófica mais abrangente, cujos princípios norteadores é necessário conhecer. A possibilidade de um trabalho interdisciplinar fecundo depende de tal reconhecimento, especialmente no que se refere à própria concepção de conhecimento, bem como de uma visão geral do modo pelo qual as disciplinas articulam-se, internamente, e entre si (MACHADO, 1995, p. 45).

Na interdisciplinaridade é eleito um objeto comum, que dialoga com os objetos particulares pertencente às várias disciplinas, numa espécie de movimentação horizontal. De modo geral, a interdisciplinaridade se efetiva como: “[...] uma intercomunicação efetiva entre as disciplinas, por meio do enriquecimento das relações entre elas. Almeja-se, no limite, a

composição de um objeto comum, por meio dos objetos particulares de cada uma das disciplinas componentes” (MACHADO, 1995, p. 47).

Gusdorf (1984) ressalta que a escolha de um objeto em comum permite um diálogo entre as disciplinas, situando uma ‘conversa’ propícia e uma síntese enriquecedora de conhecimentos, que se viabilizam em múltiplos contextos de questionamento, confirmação, complementação, negação, ampliação e iluminação de aspectos não distinguidos.

A interdisciplinaridade, como estratégia de superação do confinamento disciplinar, constitui-se como um princípio da máxima exploração:

[...] das potencialidades de cada ciência, da compreensão dos seus limites, mas, acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade. [...] Por outro lado, a importância do trabalho interdisciplinar possibilita o aprofundamento da questão teoria e prática, contribuindo para uma formação mais crítica, criativa e responsável (TORRALES-PEREIRA; FORESTI, 1998, p. 3).

Segundo os PCNs, (BRASIL, 1998), a interdisciplinaridade pressupõe um tema ou eixo integrador que possa se constituir em diversas naturezas: pode ser um objeto de conhecimento, um projeto de investigação, alguma explicação, a procura de compreensão sobre algum assunto ou alguma intervenção que seja necessária ou pressentida pelos atores do processo de ensino, de modo a se buscar compreender, prever e transformar a realidade.

Outra forma de promover o enriquecimento nas relações e articulações entre as diversas disciplinas se faz pelo recurso a transdisciplinaridade. Nesta concepção, os objetos escolhidos são externos, permitindo uma espécie de expansão aquém das fronteiras das disciplinas, promovendo uma movimentação ou uma ascendência vertical generalizadora.

Em nível de escolaridade básica, os PCNs, (BRASIL, 1998), propuseram os seguintes temas transversais: ética, meio ambiente, pluralidade cultural, orientação sexual, saúde, trabalho e consumo. Este documento destaca que os temas transversais tratam de processos que estão sendo intensamente vividos pela sociedade, tendo natureza diferente das áreas convencionais. Os temas transversais demandam transformações em nível social e de atitudes pessoais, exigindo, o ensino e a aprendizagem de novos conteúdos.

O referido documento pondera que as disciplinas, ao tratarem de objetos específicos, explicita ou implicitamente veiculam algum tipo de concepção, valorizam ou desvalorizam determinadas ideias, ações ou questões.

A transversalidade diz respeito à possibilidade de se estabelecer, na prática educativa, uma relação entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real e de sua transformação (aprender na realidade e da realidade) (BRASIL, 1998, p. 14).

Este enfoque coaduna com a posição de Rocha Filho (1995) e Moreno (1997), autores que consideram a transdisciplinaridade como mensageiro de uma nova forma de contemplar a realidade, pois busca o sentido do conhecimento envolvido entre as relações dos diversos saberes.

A transdisciplinaridade, segundo Rocha Filho (1995), ao estimular uma nova compreensão da realidade, permite articular elementos que transitam entre, além e através das disciplinas, favorecendo a unidade do conhecimento, levando em consideração melhor compreender a complexidade do mundo.

Porém, Moreno (1997) destaca um obstáculo para o entendimento da transdisciplinaridade. O autor pondera que o atual currículo se embasou na herança da antiga civilização grega, que valorizava o raciocínio intelectual em detrimento da função manual. O descrédito dos gregos aos artesãos era oriundo da pequena parcela da elite deste povo, pois o referido ofício não lhes deixava tempo para o ócio, fator importante para a abastada minoria da elite grega.

Esta concepção polarizada se enraíza na educação atual. Bunge (1980) alerta que a polaridade se localiza como a manifestação própria de uma etapa primitiva do pensamento científico. Acrescentamos que a área do “[...] ensino não se encarrega apenas de transmitir nossas ciência e nossa cultura, mas também seus aspectos subjacentes, ou seja, uma maneira particular de pensar e de considerar uma problemática específica” (MORENO, 1997, p. 31).

Em face destas posições, ponderamos que o foco do ensino deve se constituir na busca de exploração do par teoria e prática, sem polarizações.

No ensino fundamental e médio, os documentos oficiais ponderam que a transversalidade se situa na exploração dos temas envolvendo ética, *meio ambiente*, pluralidade cultural, orientação sexual, saúde, trabalho e consumo, nas diversas disciplinas e circunstâncias educativas.

Em se tratando do Ensino Superior, estes pressupostos do ensino básico se ampliam na medida em que o trabalho com projetos nas engenharias deve valorizar e trabalhar os pressupostos da Metodologia Científica e da Comunicação e Expressão, atendendo às resoluções do CES/CNE, expressas em Brasil (2002).

Deste modo, há um movimento entre as disciplinas de Metodologia, Comunicação e as próprias do ciclo básico dos cursos de engenharia, um ocupar de espaços livres que podem gerir novos conhecimentos. Este relacionamento estende as fronteiras destas disciplinas, gerando espaços de troca, eliminando barreiras e limites.

Deste modo, os dois canais – a Metodologia Científica e a Comunicação e Expressão – incentivam a modalidade transversal de formação nos cursos de Engenharia, numa conjunção dos pressupostos ensino e pesquisa, que deve ser uma das metas da formação universitária.

Araújo (1997) pondera que a transversalidade pressupõe um modo de integração interdisciplinar, de modo que “[...] a transversalidade só faz sentido dentro de uma concepção interdisciplinar do conhecimento” (p. 14). Na mesma linha, os PCNs (BRASIL, 1998), ressaltam que a interdisciplinaridade e a transversalidade alimentam-se mutuamente e necessitam de um trabalho conjunto.

Neste texto, optamos pela abordagem interdisciplinar e a transdisciplinar por meio de um projeto educativo, no âmbito do Ensino Superior. Hernández e Ventura (1998) ponderam que o projeto se baseia no princípio que o “[...] aluno aprende melhor quando torna significativa a informação ou conhecimento que se apresentam na sala de aula” (p. 10).

Segundo os PCNs, Brasil (1998), os projetos permitem transformar os conhecimentos em instrumento de ação. Os projetos são uma das formas de organizar o trabalho didático, que pode integrar diferentes modos de organização curricular.

A organização dos conteúdos em torno de projetos, como forma de desenvolver atividades de ensino e aprendizagem, favorece a compreensão da multiplicidade de aspectos que compõem a realidade, uma vez que permite a articulação de contribuições de diversos campos de conhecimento. Esse tipo de organização permite que se dê relevância às questões dos Temas Transversais, pois os projetos podem se desenvolver em torno deles e serem direcionados para metas objetivas, com a produção de algo que sirva como instrumento de intervenção nas situações reais. [...] Uma vez definido o aspecto específico de um tema, os alunos têm a possibilidade de usar o que já sabem sobre o assunto; buscar novas informações e utilizar os conhecimentos e os recursos oferecidos pelas diversas áreas para dar um sentido amplo à questão (BRASIL, 1998, p. 23).

Diante da necessidade de aproximar o trabalho da escola básica com as atividades de pesquisa acadêmica e de trabalho, Macedo (2006) aponta como referência o projeto, concebendo este como ferramenta para desenvolver conceitos e competências diversas.

Parece ser natural supor que uma das funções da escola, além da aquisição do conhecimento e cultura, esteja ligada a refletir e desenvolver interesses individuais e coletivos, lidando com as incertezas pessoais, profissionais e sociais dos alunos.

O projeto se constitui como ferramenta para se desenvolver o compromisso profissional. O projeto naturalmente envolve o trabalho em equipe, o que requer uma flexibilidade nas múltiplas funções necessárias no âmbito do exercício profissional, qualquer que seja o campo de atuação e promove grande mobilidade na interação entre os pares.

Roszak (1988) afirma que a mente “[...] é naturalmente uma fiandeira de projetos, estabelecendo objetivos, escolhendo-os entre as muitas alternativas do que poderíamos estar fazendo de nossas vidas. [...] Pensar significa constituir projetos e refletir sobre os valores que cada projeto envolve” (p. 319).

Para Marina (1995), a dimensão criadora de um projeto remete a uma característica fundamental da inteligência humana, que é a invenção e o estabelecimento de metas, próprias da subjetividade humana criadora. O recurso ao projeto permite, ao profissional envolvido, selecionar a informação necessária, dirigir o olhar para a realidade e definir as próprias metas, inventando possibilidades, antecipando situações, vivenciando um conhecimento para além dele mesmo, num movimento de superação e transformação.

Numa acepção metafórica, o projeto educativo age como se fosse um catalisador de objetivos e metas. Desse modo, para se atingir os resultados ou metas propostas, os alunos buscam acesso a múltiplos recursos, como dados, informações e conhecimentos, contextos que articulam a formação de competências, num contexto interativo e complementar.

Além disso, o projeto permite a retroação, que, associada à natural comunicação entre os alunos, possibilita a interação autônoma para consolidar metas, caracterizando, de maneira instigante, um modo complementar de realizar uma abordagem educativa e qualitativa em sala de aula.

### **O referencial metodológico: o memorial como recurso inter e transdisciplinar**

Do ponto de vista didático, o Memorial é um instrumento que permite tanto ao professor como ao aluno “[...] analisar e mensurar a prática com o objetivo de refletir sobre ela, com ela e a



partir dela, sem perder de vista o sentido que a avaliação deve ter num projeto pedagógico: o compromisso com a aprendizagem do discente” (FREIRE; LINHARES, 2009, p. 3).

Etimologicamente, a expressão memorial denota um modo de registro de fatos memoráveis ou de significado para certo sujeito. O Memorial se insere no gênero das abordagens que utilizam biografias, diários e outros recursos de investigação científica.

O pensamento hegemônico de que fazer ciência exige métodos e técnicas objetivas e quantificáveis, especialmente entre os anos 40 e 70, fez com que haja um recuo dessas concepções nas ciências humanas. No entanto, no final dos anos 70, elas ressurgem no rol de questionamentos que põem em xeque as ‘certezas’ científicas (SARTORI, 2007, p. 1).

No campo educativo, a ideia da concepção do Memorial sob o enfoque metodológico leva em consideração a necessidade de construir um processo educativo que ultrapasse o aspecto reprodutivista e sectário, possibilitando aos alunos de graduação meios de desenvolver uma postura dialógica<sup>1</sup> e emancipatória.

Nesses moldes, “[...] o Memorial tem a finalidade intrínseca de inserir o projeto de trabalho que o motivou no projeto pessoal mais amplo do estudioso. Objetiva, assim, explicitar a intencionalidade que perpassa e norteia esses projetos” (SEVERINO, 2000, p. 175).

Severino acrescenta que o Memorial possibilita um diálogo permanente entre o aluno e o conhecimento universal, de modo que o indivíduo perceba o caráter processual da formação acadêmica e profissional.

O Memorial se constitui num modo de registro dos vários estágios presentes nas várias fases de um determinado projeto ou pesquisa acadêmica. Amorim, Santos e Virgílio (2012) destacam a importância dos registros oriundos do Memorial no contexto do Ensino Superior, visto que os sujeitos participantes atualizam em tempo real os obstáculos e as conquistas.

Essa maneira presente no Memorial valoriza a concepção do projeto como processo, pois as reflexões, as mudanças e as decisões vão sendo enriquecedoras para atingir as metas do projeto. Isto agrega uma maior percepção qualitativa e significativa frente ao processo envolvido durante o desenvolvimento do referido projeto.

---

<sup>1</sup> Dialógica: do grego *dialogikós*, escrever ou se comunicar verbalmente em forma de diálogo.

Na perspectiva da área de exatas, estamos concebendo o Memorial como uma ferramenta para movimentar um projeto articulador, inserindo os alunos envolvidos na prática inter e transdisciplinar.

### **A proposta do projeto articulador**

O projeto que passamos a relatar foi desenvolvido na disciplina Física Geral e Experimental III, desenvolvido em 2010, em uma IES da rede particular na cidade de São Paulo. Na Universidade, cerca de trinta (30) turmas participaram do projeto.

Na sala de aula que fizemos o acompanhamento, havia seis (6) grupos de alunos, compostos por cinco (5) a nove (9) alunos, de uma turma do ciclo básico dos cursos de Engenharia, no período noturno.

Este trabalho teve parâmetros gerais definidos pela Instituição de Ensino Superior e tinha como intenção propiciar aos alunos do 3º semestre das Engenharias a oportunidade de vivenciar um projeto para a concepção e construção de uma bomba eólica.

A bomba eólica citada consistia basicamente de um sistema cuja principal função era captar a energia eólica de um ventilador de uso comercial (o mecanismo gerador de energia). Na sala de aula, os ventiladores se situavam presos ao teto, a uma altura de cerca de 2 metros.

A partir do sistema de captação, os grupos deveriam conceber dispositivos, preferencialmente oriundos de reciclagem ou manufaturados pelos próprios alunos, que transformassem a referida energia eólica em energia mecânica, de modo a bombear certa quantidade de água disponibilizada até uma determinada altura, num certo intervalo de tempo.

No desenvolvimento do projeto, havia espaço em sala de aula para a discussão das ideias dos alunos, acompanhar a execução, a realização dos testes e o desenvolvimento do produto.

A instituição colocou como norma a elaboração de um texto padrão e usual aos cursos de engenharia: o relatório técnico. Na turma que ocorreu o estudo, propusemos aos alunos, como forma alternativa e voluntária, a documentação das diversas etapas de evolução do projeto na forma de Memorial.

Dos seis (6) grupos, três se manifestaram pelo uso do memorial. A seguir, passamos a descrever os resultados e análises dos três grupos que optaram pelo desenvolvimento do Memorial.

## **O projeto articulador em ação: resultados e análises**

Os três grupos documentaram as diversas etapas da concepção e evolução do projeto. Passamos a descrever as manifestações presentes no Memorial, que permitiram mapear o processo de desenvolvimento das ideias e concepções do produto final: a bomba eólica.

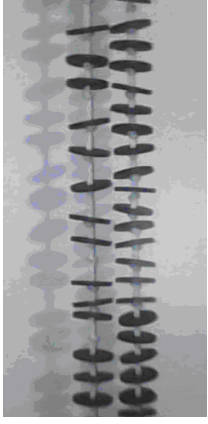




O grupo 1 registrou o processo de criação, envolvendo os dois principais itens: o mecanismo captador da energia eólica (pás) e o mecanismo bombeador da água (bomba eólica).

*O protótipo da bomba foi concebido como um conjunto de elementos que interagem entre si. Partiu-se da ideia de um sistema criado com roldanas, sendo a energia eólica otimizada e transformada em energia mecânica, através de um ventilador padrão. Assim, utilizamos o vento para movimentar a hélice presa a ponta de uma haste de aço apoiadas em dois rolamentos fixados na estrutura de madeira na parte superior gerando assim energia ao protótipo, com isso a haste dá movimento a duas roldanas de plástico fixadas, a partir disso no processo foi utilizado pequenos filamentos de borracha que captam a água do reservatório inferior passando por um tubo de PVC até depositar pequenas quantidades de água em outro reservatório superior milimetrado até então vazio, com isso o reservatório começa captar a água, após um determinado volume alcançado começa a escoar (GRUPO 1).*

Como apoio para a descrição em língua portuguesa, própria das narrativas, os alunos efetivaram registros imagéticos (fotos). A opção que acordamos com os alunos se baseava na complexidade envolvida na elaboração do desenho técnico mecânico, próprio da profissão de engenheiro. A opção do desenho projetivo, representado pelas projeções ortogonais, não destacaria os aspectos da parte em relação à composição presente na forma mais ampla (todo).

A figura 1 ilustra a sequência de etapas percorrida pelo grupo 1, um registro pictórico ilustrativo do processo de concepção e montagem do produto final.



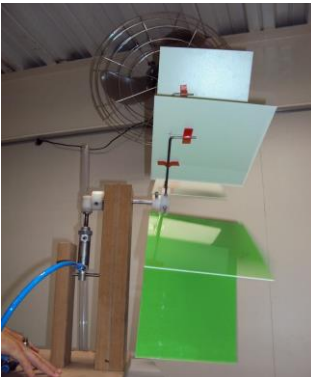
Figura 1 - Sequência de etapas percorridas pelo grupo 1

				
Figura 1a: O cordão.	Figura 1b: O tubo de PVC.	Figura 1c: O par de roldanas.	Figura 1d: O cordão, o tubo e as roldanas.	Figura 1e: O sistema de captação.

Fonte: Elaboração dos alunos do grupo 1.

Quanto ao mecanismo captador da energia eólica, os grupos 1 e 3 optaram por uma pá adquirida em lojas de recicláveis. Somente o Grupo 2 desenvolveu uma concepção intuitiva, utilizando um saco plástico para captar a energia eólica, que se mostrou extremamente ineficiente para a coleta da energia eólica (figura 2a). A partir da ineficiência do modelo coletor inicial, o Grupo 2 realizou duas evoluções do produto, mostradas na figura 2b e 2c.

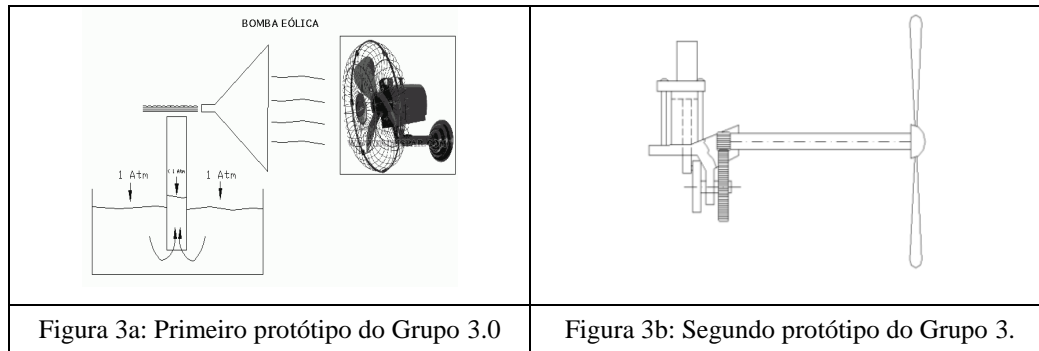
Figura 2 - Evoluções do produto do grupo 2

		
Figura 2a: Escolha inicial.	Figura 2b: 1ª evolução.	Figura 2c: 2ª evolução.

Fonte: Elaboração dos alunos do grupo 2.

O grupo 3 registrou no Memorial importantes evoluções. O primeiro protótipo envolveu o uso de uma pistola de pintura para suplantar a pressão atmosférica. A pistola de pintura usa o ar em alta velocidade propiciando reduzir a pressão dentro do tubo e, assim, o líquido existente dentro do recipiente poderia subir (figura 3a). “[...] Fizemos um funil que foi acoplado à frente do ventilador captando o ar fornecido por ele. Porém não obtivemos sucesso, porque a captação do ar não foi suficiente para prover ar em alta velocidade” (GRUPO 3).

Figura 3 - Protótipo do grupo 3



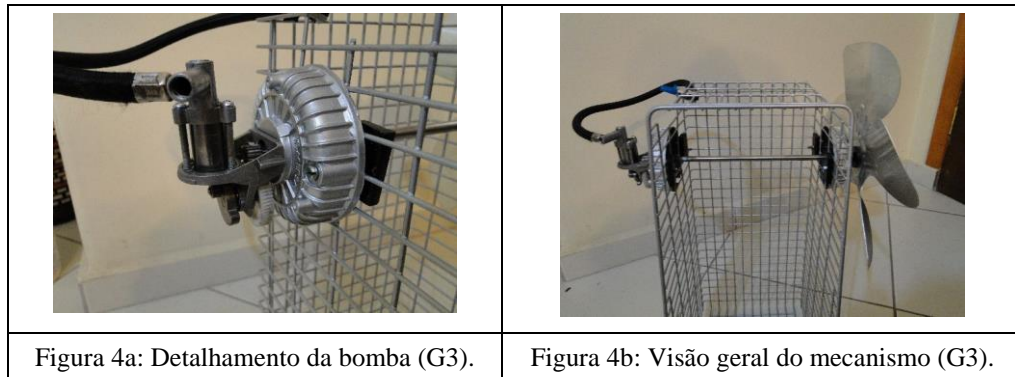
Fonte: Elaboração dos alunos do grupo 3.

O grupo 3 fez um 2º protótipo, empregando um dínamo (figura 3b). O Memorial do grupo citou que “[...] novamente não deu certo, por que este não satisfazia a nossa necessidade. [...] Outro fator negativo foram as hélices, com poucas pás e muito pesadas” (GRUPO 3).

A 3ª tentativa do referido grupo foi a utilização de um pistão pneumático adaptado com excêntrico na extremidade da haste. Esta haste estava encaixado a uma engrenagem de menor diâmetro (10mm), em conjunção com outra engrenagem de maior diâmetro (40mm). Porém, o grupo concluiu que esta situação não era adequada, pelo peso das engrenagens em relação ao conjunto de pás, que não gerava força suficiente para o pistão.

O grupo fez algumas adaptações ao projeto. “[...] Trocamos o pistão pneumático pela bomba, aumentamos as dimensões do excêntrico (comprimento), criamos uma válvula reguladora de pressão e aumentamos o raio das hélices. Estes fatores resultaram em ganho de potência” (GRUPO 3). Estes resultados estão expressos na figura 4a e figura 4b.

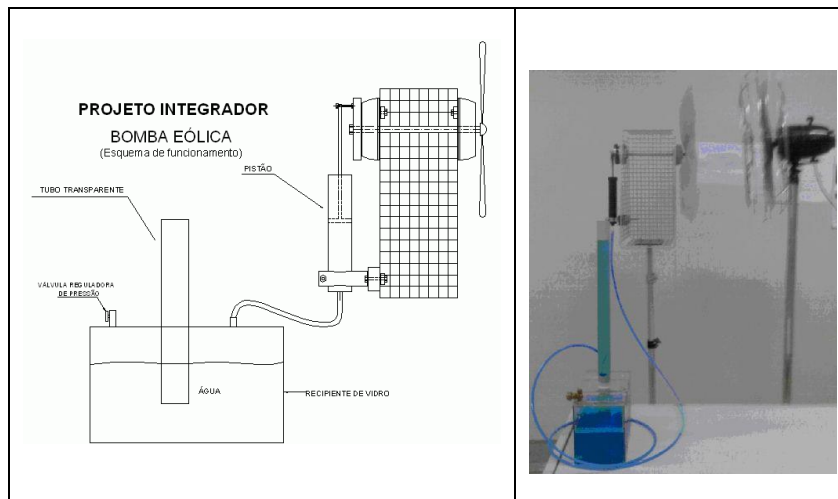
Figura 4 - Protótipo e resultados do grupo 3



Fonte: Elaboração dos alunos do grupo 3.

O grupo 3 relatou que houve ganho natural de volume na bomba pneumática, o suficiente para manter a força quase constante, o que resultou numa pressão mais estável dentro do recipiente. Estas modificações permitiram ao grupo 3 finalizar o mecanismo de elevatório de água através de um tubo colocado dentro do recipiente sobre saindo alguns centímetros acima desta cuba (figura 5).

Figura 5: Mecanismo elevatório da água do Grupo 3.



Fonte: Elaboração dos alunos do grupo 3.

Quanto ao grupo 3, o quadro 01 descreve os materiais utilizados.

Quadro 1- Relação de materiais do mecanismo elevatório do grupo 3

• 01 Hélice;	• 01 Mangueira pneumática (8mm);
• 01 Suporte plástico da hélice;	• 01 Suporte da bomba;
• 02 Base da haste (Alumínio);	• 02 Conexões;
• 01 Haste trefilado (aço);	• 01 Válvula reguladora;
• 01 Excêntrico (aço inox);	• 01 Recipiente com tampa (vidro e acrílico);
• 01 Bomba de ar;	• 01 Tubo transparente (38,8 mm).

Fonte: Elaboração dos alunos do grupo 3.

### Considerações Finais

Com relação às questões propostas neste texto, as manifestações dos alunos indicaram que é possível uma dinâmica complementar aos cursos de Exatas, como as Engenharias, incentivando um ensino pró-ativo, num contexto de articulação de conhecimentos e competências em consonância com a formação acadêmica e profissional dos alunos. Assim, o ambiente originado pela proposta possibilitou abertura para adicionar elementos de superação ao quadro de fragmentação do currículo escolar de ensino superior, destacado em Marcovitch (1998).

Consideramos que o presente projeto desenvolvido trouxe contribuições para aprimorar o perfil do profissional do futuro, dentro de um quadro de fomento ao Capital Humano, apontado em Lucci (2012). Deste modo, os alunos envolvidos no projeto: mobilizaram informações e as transformaram em conhecimentos diversificados; demonstraram capacidade de adaptação, inovação e predisposição para as mudanças necessárias ao desenvolvimento do projeto; apresentaram capacidade analítica para rever ou antecipar as necessidades decorrentes do processo e produto; mostraram a competência relacional e interativa para o encaminhamento, aprimoramento e registro do referido projeto.

Há uma diferença fundamental entre a aquisição cumulativa de conhecimento (próprio da visão de máquina proposto pelo modelo de capital fordiano) e o ato de aprender a aprender (a forma de conhecimento mais propícia na era do capital Imaterial).

Aprender a aprender é uma arte. O cérebro eletrônico pode adquirir conhecimento e

processar velozmente muitos tipos de informações, mas não pode aprender na complexidade, na criatividade que somente a mente humana pode fazer.

De acordo com Soares (2005), a vivência da arte de aprender ou da arte de conhecer está inserida em no eixo da educação transdisciplinar. Esta perspectiva de educação transdisciplinar favorece a formação pessoal, a formação profissional e o preparo para o trabalho em equipe, abrindo canais para as necessárias interações entre diversos conhecimentos presentes nos currículos, como nos cursos de graduação em Engenharia.

As soluções encaminhadas pelos grupos se situaram em uma diversidade de contextos, mobilizando diversos percursos e estimulando a intuição, a imaginação e a criatividade, próprias de uma atitude de educação transdisciplinar, uma importante forma de capacitação no Ensino Superior.

O trabalho desenvolvido se enquadrou numa concepção fundamental de se buscar relacionar os conteúdos de determina disciplina e certos temas transversais, que situa a aplicação dos vários recursos presentes nas disciplinas de ‘Metodologia Científica’ e ‘Comunicação e Expressão’.

Em particular, o uso do Memorial favoreceu a explicitação de alguns elementos referenciados por Anastasiou (2003): participação e construção coletiva, adesão voluntária, profissionalidade, resolução de problemas, parceria, reflexão e flexibilidade.

Com relação aos aspectos educativos presentes no Memorial, vale destacar que a explicitação dos dados e informações se constituiu não somente como “[...] uma narrativa de acontecimentos importantes, mas um texto reflexivo sobre esses acontecimentos” (NOGUEIRA et al., 2008, p. 182). Deste modo, as narrativas dos alunos extrapolaram as usuais tabelas e registros do produto final, mas indicaram os modos de dificuldades e superação para solucionar os desafios inerentes ao projeto e construção do mecanismo elevatório da água.

Esta perspectiva dos registros indicados na elaboração Memorial permitiu aos alunos uma:

[...] postura metarreflexiva, [que] mobiliza no sujeito uma tomada de consciência, por emergir do conhecimento de si e das dimensões intuitivas, pessoais, sociais e políticas impostas pelo mergulho interior, remetendo-o constantes desafios em relação às suas experiências e às posições tomadas (SOUZA, 2006, p. 101).



Deste modo, o Memorial revelou-se como portador de uma nova forma de contemplar e atuar frente à realidade, pelo registro das formas de superação e integração dos saberes práticos dos alunos com os conhecimentos adquiridos nas diversas disciplinas da vivência escolar, o que permitiu evoluir o projeto articulador envolvendo a concepção e produção da bomba eólica.

Na perspectiva inter e transdisciplinar, consideramos que o Memorial se efetivou como um instrumento para referenciar e conduzir um processo, cujas dimensões situaram ou constituíram:

- um modo natural que favoreceu o envolvimento dos sujeitos e promoveu o sentido de responsabilidade perante o desenvolvimento do projeto;
- uma técnica de fichamento ou registro das minuciosidades, algumas vezes relegadas em plano do esquecimento, devido ao foco dos alunos somente na confecção do produto final;
- uma fonte de informações que compuseram registros das diversas partes do texto acadêmico;
- um momento de reflexão e de autorregulação frente ao leque de opções ou caminhos possíveis de serem trilhados para a criação e desenvolvimento do produto;
- uma visão da totalidade do processo em face das decisões a serem feitas;
- um modo de sistematização e análise sobre os objetivos a serem atingidos;
- um acervo sobre a evolução das ideias e concepções, que envolve a valorização do processo criativo, inerente a toda espécie de projeto;
- uma percepção sobre os próprios processos metacognitivos envolvidos nas etapas do desenvolvimento do produto;
- um processo construtivo de inicialização ao modo de confecção da pesquisa acadêmica;
- um modo de compor uma solução consensual entre os participantes frente à pluralidade de experiências dos sujeitos envolvidos;
- um modo de promover a ligação entre a formação educativa e a formação profissional;
- um elemento que permite superar as dificuldades de registro acadêmico dos alunos da graduação;
- uma forma de buscar conhecimentos das várias áreas para atingir os objetivos.

Destacamos que a escolha do instrumento Memorial possibilitou a explicitação do papel ativo dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem segundo uma premissa básica: articular experiências e reflexões sobre as relações entre conhecimento e mundo, confrontando a prática e a teoria.

O Memorial se configurou como uma forma genuína de manifestação das múltiplas expressões, frequentemente trabalhadas em disciplinas da área de humanas. De maneira geral, os

alunos desenvolveram a comunicação em linguagem natural (narrativas), pictóricas, imagéticas e tabular.

Esta forma de trabalho se constitui em uma forma de expressão interdisciplinar e transdisciplinar, articulando os múltiplos saberes escolares e a realidade, num ambiente propício a uma intenção formadora para um início de pesquisa acadêmica no âmbito do ensino superior.

## Referências

AMORIM, I. B.; SANTOS, G. A. C.; VIRGÍLIO, J. M. **Memorial na formação do pedagogo: narrativas de um processo dialógico**. 2012. p. 105-118. Disponível em: <[http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2012\\_2/8\\_MEMORIAL\\_FORMACAO\\_PEDAGOGO\\_Geisa\\_105\\_118.pdf](http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2012_2/8_MEMORIAL_FORMACAO_PEDAGOGO_Geisa_105_118.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2013.

ANASTASIOU, L. G. C. **Profissionalização continuada de docentes universitários: a construção do memorial e as questões da identidade pessoal e profissional**. 2003. Disponível em: <[http://www.portalpedsul.com.br/admin/uploads/2002/Formacao\\_de\\_Educadores/Mesa\\_Redonda/08\\_49\\_08\\_m95-963.pdf](http://www.portalpedsul.com.br/admin/uploads/2002/Formacao_de_Educadores/Mesa_Redonda/08_49_08_m95-963.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2013.

ARAÚJO, U. F. Apresentação. In: BUSQUETS, M. D. et al. **Temas transversais em educação: bases para uma formação integral**. São Paulo: Ática, 1997. p. 9-17.

BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação profissional de nível tecnológico: parecer do Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno**, n. 29. Brasília, DF, 2002.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: 3º e 4º ciclos do ensino fundamental: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BUNGE, M. **Epistemologia: curso de atualização**. 2. ed. São Paulo: T. A. Queiroz Editores, 1980.

FAZENDA, I. C. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 1979.

FREIRE, V. P.; LINHARES, R. N. O Memorial como prática avaliativa na formação de professores. **Revista Debates em Educação**, Maceió, v. 1, n. 1, jan./jul. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/viewArticle/32>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

GORZ, A. **O imaterial: conhecimento, valor e capital**. São Paulo: Annablume, 2005.

GUSDORF, G. Para uma pesquisa interdisciplinar. **DIÓGENES – Antologia**, Brasília, v. 7, p. 35, 1984.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KRASILCHIK, M. **Docência no ensino superior: tensões e mudanças**. São Paulo: USP, 2008.

LUCCI, E. A. **A era pós-industrial, a sociedade do conhecimento e a educação para o pensar**. Short Essays on Philosophy&Education. 2012. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/vidlib7/index.htm>>. Acesso em: 12 maio 2014.

MACEDO, L. Jogo e projeto: irreduzíveis e complementares. In: ARANTES, V. A. **Jogo e projeto**. São Paulo: Summus, 2006.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 1995.

MARCOVITCH, J. **A universidade (im)possível**. São Paulo: Futura, 1998.

MARINA, J. A. **Teoria da inteligência criadora**. Lisboa: Caminho da Ciência, 1995.

MORENO, M. Temas transversais: um ensino voltado para o futuro. In: BUSQUETS, M. D. et al. **Temas transversais em educação**: bases para uma formação integral. São Paulo: Ática, 1997. p. 21-36

NOGUEIRA, E. G. D. et al. A escrita de memoriais a favor da pesquisa e da formação. In: SOUZA, E. C.; MIGNOT, A. C. V. (org.). **Histórias de vida e formação de professores**. Rio de Janeiro: Quartet/FAPERJ, 2008.

ROCHA FILHO, J. B. Transdisciplinaridade. **Cadernos de Educação**, Lisboa, n. 8, p. 7-9, 1995.

ROSZAK, T. **O culto da informação**. São Paulo: Brasiliense, 1988.

SARTORI, A. T. O gênero discursivo 'Memorial de formação'. **Anais do Seta**, Campinas, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://info03.iel.unicamp.br/revista/index.php/seta/article/view/306>>. Acesso em: 17 set. 2011.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SOARES, N. S. **A pedagogia do autoconhecimento e a transdisciplinaridade da arte de aprender para o desenvolvimento integral do ser humano**: o acontecimento de um curso de Pós-Graduação em educação transdisciplinar na Universidade Federal da Bahia. Bahia: Faculdade de Educação (FACED - Departamento II) e Centro de Estudos Baianos da Universidade Federal da Bahia, 2005. Disponível em: <[http://cettrans.com.br/artigos/Noemi\\_Salgado\\_Soares.pdf](http://cettrans.com.br/artigos/Noemi_Salgado_Soares.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2012.

SOUZA, E. C. de. **O conhecimento de si**: estágio e narrativas de formação de professores. Rio de Janeiro: DP&A; Salvador: UNEB, 2006.

TORALLES-PEREIRA, M.; FORESTI, M. C. P. **Formação profissional**: reflexões sobre interdisciplinaridade, 1998. Disponível em: <<http://www.interface.org.br/revista3/espaco1.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2011.

Wagner Marcelo Pommer - Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. São Paulo | SP | Brasil. Contato: [wmpommer@gmail.com](mailto:wmpommer@gmail.com)

Artigo recebido em: 7 jun. 2014 e  
aprovado em: 8 dez. 2014.