

# A RECICLAGEM DE MATERIAIS POLIMÉRICOS: UMA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA INTERDISCIPLINAR NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS.

Hermes A. de AQUINO,  
Ricardo H. SANTIM,  
Elton J. de SOUZA,  
Mário S. HAGA,  
Edi Carlos P. de SOUSA,  
Júlio A. NARDI\*

**Resumo:** A interdisciplinaridade e contextualização de conteúdos disciplinares podem ser identificadas com certa facilidade em vários aspectos do nosso cotidiano. Entretanto, trabalhar estas questões na escolarização formal de alunos do Ensino Fundamental e Médio, principalmente, é uma proposta que envolve significativa complexidade e exige uma instrumentação relativamente sofisticada e recursos humanos qualificados. Dificilmente será possível motivar alunos com laboratórios de ensino totalmente despojados de um mínimo de tecnologia numa era em que eles estão totalmente imersos neste mundo atual repleto de altas tecnologias. Por outro lado, é necessária uma qualificação docente além de uma graduação em cursos de Licenciatura atuais para desenvolver estas atividades de ensino que contemplem a interdisciplinaridade e contextualização especialmente nas áreas de ciências. Desta forma, envolvendo docentes e alunos de Licenciatura em Física da Faculdade de Engenharia da UNESP – Campus de Ilha Solteira e alunos e professores da E.E. Urubupungá – desta cidade de Ilha Solteira – SP foi proposto e desenvolvido o projeto com trabalhos disciplinares e interdisciplinares tendo como tema gerador o meio ambiente e a reciclagem de materiais poliméricos. O potencial pedagógico desta forma alternativa às aulas tradicionais de ciências, embora ainda a serem adequadamente dimensionados na sua real abrangência e alcance no ensino, é bastante significativo. A articulação entre conhecimentos de diferentes áreas como a Física, a Química, a Matemática, Biologia e a própria língua Portuguesa, além dos conceitos de educação ambiental e artística, poderia ser aparentemente impraticável em salas de aula para muitos professores. Entretanto, neste projeto de integração universidade/escola foram constituídos dados e obtidos resultados que marcaram a trajetória do seu desenvolvimento principalmente pela motivação e interesse dos alunos da E.E. Urubupungá e estudantes dos cursos de graduação da UNESP.

**Palavras-chave:** interdisciplinaridade; contextualização; motivação; reciclagem e ambiente.

## 1. INTRODUÇÃO

Os problemas na educação básica tem-se agravado o que pode ser confirmado pelos resultados de avaliações oficiais como os obtidos pelos alunos nos últimos ENEF e no ENEM. São problemas bem conhecidos e debatidos entre acadêmicos em reuniões científicas e também em publicações especializadas e não especializadas. Os debates não podem mais serem desprezados e devem ser aproveitados enquanto recurso disponível.

---

\* Departamento de Física e Química FE-IS UNESP – Campus de Ilha Solteira

Por outro lado é mais que urgente abrir espaços para um debate mais abrangente envolvendo a sociedade de forma mais ampla possível, inclusive através de publicações na imprensa não especializada. Devem ser considerados para levar idéias e propostas para um público menos restrito para encontrarmos soluções dos problemas que se agravam cada vez mais com as transformações sociais que ocorrem a uma velocidade cada vez maior.

Como exemplo, neste artigo estaremos nos referindo preferencialmente a algumas reportagens publicadas em jornais não científicos que consideramos importantes e, por isso mesmo, que devem ocupar seu espaço nas comunidades escolares e na sociedade em geral.

O Jornal da Tarde, na página 16A do dia 10 de janeiro de 2007, publica uma entrevista com o chefe do Laboratório de Estudos do Desenvolvimento e Aprendizagem da USP Prof. Yves de La Taille, especialista em psicologia moral, abordando desde as responsabilidades dos pais, do estado, dos professores e da escola enquanto instituição justa a questões relativas à moralidade. Ele também trata da pertinência dos PCN's, publicados a mais de dez anos, embora muito consistente nas suas proposições ainda atuais, mas que apresentam problemas de aplicabilidade efetiva em salas de aula e escolas de forma geral: Segundo La Taille, *“temos professores fazendo trabalhos brilhantes, mas de forma isolada (complementamos afirmando que, na maioria dos casos, estes professores brilhantes são deliberadamente considerados inoportunos pelos seus próprios colegas de trabalhos incomodados e que têm a cultura de culpar somente as outras instâncias do sistema educacional), sem a participação integrada dos demais educadores, o que acaba traindo a idéia de transversalidade”*.

O jornal Folha de São Paulo, na página C1 do dia 07 de janeiro de 2007, apresenta uma matéria sob responsabilidade de Antônio Góis e Luciana Constantino intitulada *“Desmotivação é o que mais tira os jovens da escola”*. Entre outras causas, segundo dados de pesquisa da INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - apresentados, *“40,4% dos que deixaram de estudar apontaram falta de vontade para assistir às aulas”,* (mais do que os 17,1% pela necessidade de trabalhar).

E, uma das causas típicas desta falta de motivação de freqüentar escola pode ser sintetizada pela afirmação de um dos alunos entrevistados: *“Os professores eram muito chatos. Não sabiam explicar nada e repetiam todo o mundo. É por isso que só tinha marmanjo na 6ª série (ensino fundamental)”*.

Estes estudos indicam que *“mais do que a falta de vagas, de transporte ou mesmo a necessidade de trabalhar é a falta de vontade de estudar que os empurra para fora do sistema de ensino”*.

Segundo o presidente do INEP, Reynaldo Fernandes, aponta *“a repetência como fator de desinteresse dos jovens pela escola. Com baixo desempenho, o aluno deixa de ir à escola, e os pais não tem tanta influência para mantê-los estudando como tinham nas séries iniciais”*.

Para Benigna Villas Boas, professora de pós-graduação em educação da UnB – Universidade de Brasília – *“as escolas precisam encontrar uma forma de avaliar o aprendizado e oferecer mecanismos de recuperação ao longo do ano. O jovem se desinteressa quando percebe que é excluído das decisões. Por quê não dar ao aluno a oportunidade de progredir conforme seu aprendizado? Uma nova forma de avaliação que valorize a aprendizagem e não simplesmente a nota obtida na prova pode ajudar a alcançar novos tempos na educação. A escola pode mudar e não existe lei que impeça isso. Resta saber se os professores estão preparados.”*

Vale ressaltar que, muitas vezes, os professores colocam a culpa exclusivamente nos alunos e famílias pelos fracassos.

Já o educador Rubens Alves afirma que o próprio sistema em que as escolas funcionam é pouco atrativo. As disciplinas são ministradas separadamente. *“Quem foi que disse que a cabeça da criança funciona como aparelho de TV em que você pode tocar uma campainha e mudar de português para a matemática?”*. *“A escola não tem nada a ver com a vida dos jovens da periferia, por exemplo. Eles acabam não tendo prazer em aprender”*.

*“A escola é chata porque não faz sentido para a vida dos jovens e para reverter esse quadro passa por mudanças da cabeça e do coração do professor. A aprendizagem pode ser feita de maneira diferente. Torná-la mais atraente é, inclusive, um bem para o próprio professor”*, conclui Alves.

Como podemos verificar, todas as análises são pertinentes à problemática da educação formal da atualidade e que vem sendo agravada com as transformações sociais dos tempos recentes e que comportam diversas hipóteses de causas/efeitos e conclusões. O sentimento é de que nenhuma colocação deve ser excludente à outra e nem ser simplesmente descartada. Entretanto, é necessário tratar o tema com a devida articulação entre estas idéias e convergir em uma proposição que permita “atacar” de frente, entre outros, o problema da evasão escolar.

A Professora Eliane Andrade do Departamento de Educação da UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro – afirma que *“não existe um motivo único que leve o jovem a abandonar. A necessidade de trabalhar não pode ser desprezada, mas o problema principal está na escola. A escola não está pensando nesse menino que quer trabalhar. Dar recursos a ele é um dos passos importante, mas não é a solução. Não dá para ficar botando mil penduricalhos sem meter a mão na escola. Se formos acompanhar esse jovem, veremos*

*que ele até tenta voltar várias vezes. Ele está sendo generoso com a escola, mas a escola não está sendo generosa com ele*”. Naturalmente, podemos ou não concordar parcialmente ou totalmente com a professora.

Diante deste quadro, desde a falta de reflexão na escola, e a desmotivação que mais tira os jovens da escola, a questão que se coloca é: a) reflexão na escola em que sentido?; b) se a escola não atende aos anseios dos jovens de hoje em dia, o que poderia ser proposto, como um ponto de partida para uma reflexão sobre o sentido da escola para os jovens?

Entretanto, as questões educacionais não podem ser simplificadas para buscar respostas simplistas às questões aqui colocadas. Os cuidados na análise dos detalhes elementares entre as causas e os efeitos na educação são importantes, pois, envolvem fundamentos amplos da humanidade que se transformam rapidamente nos tempos atuais, principalmente para os jovens e que, a escola não é capaz de ser a condutora destas transformações.

Assim, com o entendimento de que, não será através de ações de tentativas e erros que poderemos entender algumas questões básicas de muitos problemas, propomos trabalhos para contribuir na busca de novas orientações de práticas de ensino-aprendizagem na educação formal.

Com esta visão, propomos desenvolver pesquisas quanto à ressonância de propostas de aprendizagem significativa e suas reflexões na formação de modelos mentais e consensuais em ciências através de intervenções diretas em salas de aula com a preocupação de dar sentido à escola para os alunos. Não é somente uma questão de dar significado aos conhecimentos adquiridos, mas desenvolver atividades de ensino-aprendizagem que possibilitem abrir oportunidades para que eles desenvolvam como consequência alguma habilidade para “transpor os muros da escola para uma possível qualificação profissional” em qualquer escola, embora seja esta a função da escola profissionalizante.

Como resultados iniciais deste projeto, podemos afirmar que uma aula prática com instrumentação despojada, também não estimula os alunos à aprendizagem. Numa época em que os jovens estão imersos numa era tecnológica avançada, e em constante evolução, exige-se também um mínimo de sofisticação instrumental para “ver e sentir” uma ciência.

Assim, neste período de desenvolvimento do projeto, demos ênfase à ciência e à tecnologia da reciclagem do lixo plástico como tema gerador. A proposta exige uma instrumentação com certa sofisticação, assim como na arte da produção de manufaturados a partir do material reciclado envolvem também aparatos instrumentais sofisticados.

Além destas exigências, a viabilização destes quesitos para o desenvolvimento do projeto em uma escola do Ensino Médio inclui também recursos humanos, juntamente com os professores das escolas, estudantes e professores de graduação em áreas de ciências e tecnologia e, por esse motivo, é desejável que se institua uma parceria Universidade Escola.

## **2. OBJETIVOS DO PROJETO**

O objetivo deste trabalho foi utilizar a reciclagem de materiais poliméricos como tema gerador para desenvolver atividades interdisciplinares em Física, Química, Matemática e Biologia, envolvendo também a tecnologia pertinente ao assunto extensivo à educação ambiental tais como: projetar e construir instrumentações para a elaboração de modelos para o ensino de ciências tendo um tema gerador o “catalisador”; desenvolver formas alternativas de aprendizagem para a compreensão e conscientização dos alunos quanto aos problemas causados pela poluição e degradação do meio ambiente; elaborar materiais didáticos impressos e em CD’s com as propostas de investigações teóricas e experimentais e respectivos modelos consensuais com estudantes do ensino médio da Escola Estadual Urubupungá – Ilha Solteira SP.

## **3. A RECICLAGEM DE MATERIAIS POLIMÉRICOS: O TEMA GERADOR**

Os polímeros, em geral, já tomam conta do mercado, sendo empregados nos mais diversos setores desde recipientes alimentícios, instrumentos cirúrgicos, etc. Essa grande disseminação no mercado tem gerado excesso de poluição do meio ambiente pelo descarte inadequado de embalagens. Outro fator de grande importância é o grande consumo de matéria-prima, principalmente o petróleo, que é uma fonte não renovável e com previsão de esgotamento em poucas décadas. É importante conscientizar os alunos da importância do uso racional dos produtos derivados do petróleo.

Por outro lado, os materiais plásticos e suas fontes, como o petróleo, resinas e outros produtos vegetais, inclusive aquelas produzidas por microorganismos, são fontes riquíssimas a serem exploradas para o ensino de ciências no ensino fundamental e médio. Como exemplo, pode-se citar: a origem do petróleo, suas propriedades físicas e químicas, tecnologia de exploração, refinamento, obtenção dos subprodutos e o que os diferenciam. Com os biopolímeros não é diferente.

Para se chegar ao plástico a ser reciclado é outra etapa que envolve uma série de conhecimentos consideráveis e que é um tanto desconhecida dos educadores das escolas primárias e secundárias.

Por último, a reciclagem e o produto final dessa, além de uma possível fonte de renda e uma forma de despoluir o meio ambiente, contem uma série de etapas que podem facilmente servir como meio para ensinar ciências e mostrar como desenvolver tecnologia aos estudantes de segundo grau.

#### **4. RECURSOS MATERIAIS, INSTRUMENTAÇÃO E METODOLOGIA**

Durante o desenvolvimento do projeto foi aplicado o método teórico-experimental. Com o objetivo de melhorar a compreensão dos efeitos físicos e químicos os alunos confeccionaram e manipularam alguns equipamentos e além disso acompanharam visualmente o desenrolar do processamento de polímeros reciclados desde a coleta dos materiais pelos próprios alunos.

Foram trabalhados tópicos de Química, principalmente os tópicos relacionados a polímeros e polimerização de algumas substâncias como esmalte, cola branca e de isopor.

Os tópicos de Física explorados foram: Ótica (coloração, reflexão e refração), Eletromagnetismo (corrente elétrica, campo magnético potência elétrica, etc.), Termodinâmica (temperatura, calor de fusão, calor latente, mudança de fase, condução térmica, etc.), Mecânica (teoria de erros, grandezas físicas, forças, máquinas simples, leis de Newton, hidrodinâmica, etc).

Biologia: fontes de matérias-prima fósseis e suas reservas, poluição e degradação do meio ambiente, decomposição dos materiais e a madeira plástica como alternativa de se evitar os desmatamentos.

Matemática: Geometria espacial e plana, gráficos e funções, medidas de grandezas físicas, teoria dos erros e cálculos de volume, densidade do material usando as peças confeccionadas pelos alunos.

Educação Artística: atividades recreativas com materiais plásticos, confecção de objetos artesanais, tais como, chaveiros e emblemas, coletor solar, banquetas, etc.

Foram realizadas reuniões com os alunos duas vezes por semana, cada uma com duas horas de duração.

Os conteúdos foram aplicados concomitantemente à parte experimental onde os próprios alunos se organizaram e coletaram materiais poliméricos para serem trabalhados durante as aulas.

Na primeira aula, foi confeccionado um coletor solar, feito a partir de garrafas PET, na qual os alunos se organizaram, em bancadas, e discutiram o projeto, funcionamento e como o coletor deveria ser feito. Após a confecção do coletor, o funcionamento e os efeitos causados por eles foram explicados detalhadamente em relatório.

Nas aulas seguintes, foram realizados alguns experimentos sobre a atuação da pressão atmosférica e seus efeitos sobre a superfície terrestre, através do duplo chafariz, vaso de Mariotte, entre outros confeccionados com materiais poliméricos reciclados, buscando a compreensão e a curiosidade dos alunos perante os efeitos causados pela pressão.

O momento do curso em que os alunos tiveram mais afinidade foi quando o forno elétrico começou a ser utilizado na aprendizagem. Eles criaram emblemas e chaveiros, e através destes, calcularam o volume e a área desses sólidos, e através da massa e do volume, calcularam também a densidade do material.

Uma boa aceitação, por parte dos alunos foram os experimentos realizados com os polímeros recicláveis, ou seja, garrafas PET, PEAD e outros materiais. Os próprios alunos confeccionaram os experimentos e fizeram cálculos básicos de pressão, altura, distância, entre outros.

Durante o andamento do curso, percebemos também, algumas dificuldades dos alunos em relação a alguns cálculos básicos, dentre eles, multiplicação e divisão, e fatores de conversão de unidades, na qual, esta, foi muito utilizada durante o curso.

#### 4.1 - Construção do Forno

A figura 3.1 mostra fotos do forno construído conjuntamente com os alunos.



Figura 3.1 – Fotos mostrando externamente o forno com o sistema de controle de temperatura (forno, termopar, controlador de temperatura e varivolt).

- 1- Caixa de alumínio
- 2- Tampa (material refratário)
- 3- Termômetro (Termopar Kromel-Alumel)
- 4- Ligação entre o Variador de tensão
- 5- Transformador Variador de tensão
- 6- Controlador de temperatura

#### 4.2 – Algumas peças confeccionadas durante a execução do Projeto

As peças mostradas na foto da figura 3.2 foram confeccionadas pelos alunos e usadas no estudo de algumas propriedades físicas e mecânicas do polímero.

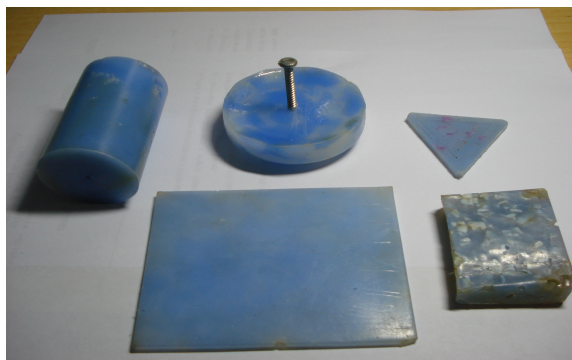


Figura 3.2 - Peças confeccionadas pelos alunos e que foram utilizadas por eles para cálculo de: Área, Volume, Densidade Volumétrica, Explicação do funcionamento de uma máquina simples (Parafuso), Ótica, etc.

No final do curso, foi realizada uma avaliação, sendo entregue aos alunos um roteiro com questões, para avaliar a qualidade do curso, instrução dos monitores, conteúdos aplicados entre outros quesitos. O resultado da avaliação feita pelos alunos referente ao curso foi satisfatório, em que os alunos afirmaram que o curso foi bom para sua formação acadêmica, pois auxiliaram na compreensão das “teorias vistas na escola”. Disseram também que os monitores foram bem preparados para executar o curso e sugeriram que fossem realizadas mais atividades interdisciplinares desse mesmo formato.

O forno elétrico pelos construído pelos alunos e monitores, proporcionou um estudo detalhado da operação deste através da caracterização eletro térmica. Posteriormente pode ser estudada a fusão de alguns polímeros e providenciada a confecção de peças com materiais poliméricos. Foram realizados cálculos de área, volume e de densidade, sanando várias dúvidas de cálculos e conversão de unidades apresentado pelo grupo. Deixamos bem claro, durante a execução do curso, que a questão do meio ambiente é muito importante, lembrando-os que os polímeros descartados pelo Homem e depositados na natureza demoram décadas para se decomporem, contribuindo conseqüentemente na poluição e na degradação do meio ambiente.

Desta forma, partindo da idéia de reciclagem pode-se contribuir para uma melhor formação de cidadãos, conscientizando-os da necessidade de preservação do meio ambiente, do prejuízo para a sociedade do mau uso da tecnologia, embora ela é fundamental para o desenvolvimento social, além de auxiliar na fixação de muitos conceitos científicos de Matemática, Física e Química. É importante também salientar a importância na formação desses alunos do ensino médio.



## 5. RESULTADOS

Os alunos apresentaram um bom rendimento durante o ano, e se mostraram interessados tanto em realizar os experimentos quanto assimilar o conteúdo aplicado com os efeitos causados pelos experimentos.

Foram realizadas atividades de verificação de conhecimento dos alunos, em que estes obtiveram resultados satisfatórios, mostrando que adquiriram um novo conhecimento em relação aos conhecimentos prévios que eles possuíam. Um efeito disso foi o estímulo de questões referentes a esses novos conhecimentos, motivando-os a buscar conhecimentos prévios para a compreensão dos novos conhecimentos.

## 6. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Neste trabalho fica evidente que o aprendizado não pode prescindir da teoria e da prática. Aprender significa estar apto a fazer. Para isso não somente é necessário que se conheça os fundamentos teóricos, mas que se desenvolvam também as habilidades necessárias à transformação desses fundamentos em ações do dia-a-dia, através da prática, desenvolvendo aptidões e formando modelos mentais (GRECA e MOREIRA, 1997).

Em qualquer campo do conhecimento ou da prática humana isso é verdade, seja no campo da ciência, da ética, da moral e da religiosidade.

O processo de aprendizado, como descrito acima, é importante na formação do verdadeiro cidadão.

Esquecendo-se disso, alguns professores repetem insistentemente apenas a teoria e praticam ritualisticamente somente a sua memorização. Com isso, a maioria dos alunos acaba entendendo que a ciência é o estudo teórico dos conteúdos seguido da prática do rito, que nada mais é que a significação simplesmente simbólica do conteúdo teórico não se estendendo ao seu cotidiano. Entendem assim, erroneamente, estarem aprendendo ciência. Essa prática equivocada acabou se tornando uma cultura educacional generalizada e exige que surjam novos professores: *“O extraordinário avanço dos meios de comunicação e a popularização dos saberes, associado ao que hoje se sabe sobre como a mente humana aprende, reclama por um **novo professor**; um novo professor que oriente seus alunos sobre como colher informações, de que forma organizá-las mentalmente, como definir sua hierarquia e, sobretudo, de que maneira transformá-las em conhecimento e, dessa maneira, ampliar suas inteligências. Ao lado dessa missão, o professor precisa ir também se transformando em um analista de símbolos e linguagens, um descobridor de sentidos nas informações e, também, o profissional essencial do despertar das relações interpessoais.”* (ANTUNES, 2001).

Desta forma como muitos professores acham que o ato de cumprir os preceitos simbólicos ou dos rituais estarão cumprindo o ensino, é preciso pensar em mudanças urgentes. Isso se torna evidente quando um aluno acha que se conseguir resolver determinados problemas formulados, está sendo um cientista.

E, alunos assim formados, correm um grande risco de se tornarem novas gerações de velhos professores. É extremamente necessário que se quebre este círculo vicioso e deixar de praticar um modelo de ensino-aprendizagem de conhecimentos válidos somente para a sua vida intra-muro escolar.

Naturalmente, projetos como o desenvolvido e descrito neste artigo, com grande potencial pedagógico e sem evitar a complexidade natural das ciências não podem ser um fim em si mesmo: *“...Mas se se constatar que os modos simplificadores do conhecimento mutilam mais do que exprimem as realidades ou os fenômenos que relatam, se se tornar evidente que produzem mais confusão que esclarecimento, então surge o problema: como encarar a complexidade de maneira não simplificadora?...”* (MORIN, 2003).

Assim vemos que é necessário que se institua como uma prática alternativa às tradicionais aulas ritualísticas tradicionais que têm se perpetuado ao longo da história da educação. É necessário dar significado aos conhecimentos adquiridos e, mais que isso, é fundamental dar significação ao próprio processo de escolarização que pode contribuir fortemente na motivação, mesmo que inicialmente extrínseca e que poderão se internalizar posteriormente se tornar intrínseca (DECI & RYAN, 1994), e como consequência contribuir para a diminuição da evasão escolar como afirmam António Góis e Luciana Constantino.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Celso. *Como transformar informações em conhecimento*, 4ª edição, Petrópolis: Editora Vozes, 2001.

DECI, E. L., RYAN, R. M. (1994). *Promoting Self-determined Education*. Scandinavian Journal of Education Research, v. 38, n. 1, pp. 3-15.

GRECA, I.M., MOREIRA, M.A. (1997). *The kinds of mental representations-models, propositions and images used by college physics students regarding the concept of field*. Int. J. Sci. Educ., v. 19, n. 6, pp. 711-724.

MORIN, E., (2003). *Introdução ao Pensamento Complexo*. Instituto Piaget, 4ª ed., Porto Alegre – RS.