

# ENSINO DE TECNOLOGIA: UMA INVESTIGAÇÃO EM SALA DE AULA.

Jurandy C.N.L. Neto<sup>1</sup> (jura@lexxa.com.br)  
Dirceu da Silva<sup>2</sup> (dirceu@obelix.unicamp.br)

<sup>1</sup>Aluno de pós-graduação da Faculdade de Educação UNICAMP e Bolsista FAPESP

<sup>2</sup>Professor da Faculdade de Educação UNICAMP

## 1- Introdução

A tecnologia tem merecido atenção nas recentes discussões sobre o ensino de Ciências. O próprio PCN englobou a tecnologia junto a matemática e ciências naturais. A respeito da tecnologia lemos a seguinte citação: *“Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.” (PCN: 17).*

Concordamos com a proposta do PCN quanto a importância da educação tecnológica visando o desenvolvimento de competências e habilidades que não sejam apenas para a vida profissional, mas também para uma participação mais ampla dos indivíduos na sociedade. Ou seja, pretendemos a formação de sujeitos críticos e autônomos.

Entendemos que a autonomia significa poder construir, cooperativamente, um sistema de regras morais e operatórias (Piaget *apud* Ramos, 1999: 214), enquanto que a crítica envolve além da análise um julgamento de valor, ressaltando as dimensões positivas e negativas. O desenvolvimento de ambas envolvem atividades operatórias.

Porém, o assunto tecnologia ainda parece ser recente para os professores do ensino médio e fundamental, principalmente nos cursos não profissionalizantes, deixando confuso a maneira como deve ser introduzida em sala de aula. Em livros didáticos aparecem a descrição de artefatos tecnológicos como ilustração de conhecimentos científicos, enquanto em momentos de discussão pedagógica ouve-se a importância da aquisição de microcomputadores e *softwares* como a introdução da tecnologia no ensino.

Acreditamos que tais formas de tratar a tecnologia no aspecto educacional por si só não resolvem o problema, e talvez provenham de uma concepção equivocada da tecnologia.

O conhecimento tecnológico não pode ser tratado como uma aplicação prática do conhecimento científico, pois se constitui um campo próprio do saber com valores e procedimentos.

Para apresentarmos as bases que iremos usar neste trabalho, vamos definir a tecnologia como um processo de desenvolvimento com vistas a resolver problemas práticos enfrentados pela sociedade e determinados por ela como demandas e tendências, segundo um conhecimento estruturado, caracterizando assim um campo de pesquisa.

Ao elaborarmos tal definição estamos vislumbrando que o ensino da tecnologia não pode ser feito pela apresentação de seus resultados, mas propomos que o aluno execute uma investigação com a finalidade de resolver um problema prático. Ao procurar resolver o problema, o aluno estará

se aproximando da perspectiva da tecnologia como processo e não como produto. A esse respeito, comenta o PCN:

*“(...) as tecnologias precisam encontrar espaço próprio no aprendizado escolar regular, de forma semelhante ao que aconteceu com as ciências, muitas décadas antes, devendo ser vistas também como processo, e não simplesmente como produto.” (PCN: 102).*

Assim, colocamos os alunos para resolverem um problema tecnológico em etapas, em algumas individualmente, em outras em grupos. Ao longo do processo, os alunos forneceram respostas em instrumentos escritos ou em apresentações orais.

Além das respostas fornecidas pelos alunos, o trabalho foi acompanhado por dois professores que interagiam com os grupos. Esse acompanhamento permitiu observações complementares.

## **2- Elaboração das atividades de ensino**

Antes de definir como será o ensino, procuramos definir o que gostaríamos que os alunos aprendessem. Tratando-se do tema deste trabalho, nosso objetivo central é melhorar as concepções dos alunos de como resolver um problema tecnológico. Seguimos a sugestão de Zabala (1998) de converter este objetivo geral em conteúdos a serem desenvolvidos. Zabala (1998) sugere que a proposta de Coll de organizar o conteúdo respondendo a três perguntas (Coll apud Zabala, 1998: 31): “o que se deve saber?”, “o que se deve saber fazer?” e “como se deve ser?”. As respostas para tais perguntas permitem organizar os conteúdos em conceituais, procedimentais, e atitudinais. Tal organização permite não só elaborar as atividades tendo em vista seu caráter de conjunto, como também permite identificar o objetivo de cada uma e seu instrumento de avaliação.

O problema que vamos investigar neste trabalho envolve uma maior parte de conteúdos procedimentais, por se tratar da resolução de um problema tecnológico. Apesar disto, podemos identificar conteúdos conceituais e atitudinais, pois tais conteúdos apesar de estarem compartimentalizados para a análise, na verdade estão inter-relacionados na prática.

Começaremos definindo os conteúdos procedimentais. Esperamos que ao ser colocado perante um problema tecnológico, o aluno realizasse alguns procedimentos que fazem parte da estratégia necessária a resolução destes problemas ou para compartilhar seu trabalho com o grupo. Listamos tais conteúdos:

1. Elaborar hipóteses sobre as variáveis relevantes e suas relações.
2. Elaborar um plano de teste destas hipóteses.
3. Construir um modelo teórico que explique os resultados obtidos.
4. Expressar seu raciocínio através de um texto escrito ou esquemas explicativos.
5. Expressar seu raciocínio através de apresentações orais.

Os procedimentos enumerados acima são todos de natureza cognitiva, ainda que a resolução do problema possa implicar em procedimentos motores, como a montagem de algo. Mas tais procedimentos não serão avaliados para não fugir ao propósito deste trabalho.

Todos eles implicam em muitas ações, portanto são complexos, e como podem apresentar-se em diferentes situações, não implicam no desenvolvimento de algoritmos, mas sim de heurísticas. A aprendizagem delas implicam em realizar o procedimento, exercitá-lo, refletir sobre a atividade e aplica-lo em contextos diferenciados (Zabala, 1998: 45).

Tratando-se de um problema tecnológico, o primeiro passo é selecionar um problema que seja desafiador e ao mesmo tempo esteja em um grau de complexidade que possa ser abordado pelos alunos. Esperamos, assim, obter respostas que expressem os procedimentos que os alunos já conhecem e que imaginam que podem ser aplicados neste contexto.

Depois, ao colocar os alunos para discutirem em grupo e confrontarem suas idéias, é possível que outros caminhos se mostrem para o aluno com maior ou menor interesse. Ao decidirem qual a melhor proposta podem estar refletindo sobre os procedimentos, sua validade, simplicidade e até sua elegância.

Num momento posterior, os alunos serão convocados a apresentarem suas soluções para a classe. Imaginamos que neste momento podem aparecer críticas para as soluções apresentadas, podendo levar até a uma mudança do caminho adotado. Em outros momentos, as críticas podem apenas atentar para aspectos não considerados anteriormente pelos alunos.

Por fim, os grupos devem construir o seu protótipo segundo o plano que escolheram e avaliarem os problemas que porventura encontrarão. É importante a avaliação, pois supõe uma reflexão sobre os resultados que permitem uma nova tomada de decisão e as modificações necessárias para a correção do projeto inicial. Essas correções devem ser levadas em prática para que se chegue ao resultado pretendido e possibilitem que o grupo classe conclua quais os caminhos possíveis para a resolução do problema.

Assim, prevemos os seguintes passos para o desenvolvimento dos conteúdos procedimentais:

1. Apresentação do problema para os alunos que deverão solucioná-lo individualmente.
2. Os alunos devem se organizar em pequenos grupos de forma a discutirem suas soluções e chegarem à um acordo do plano a ser seguido pelo grupo.
3. Os grupos devem apresentar seus planos ao resto da classe e depois decidir, com as críticas que podem ser apresentadas, sobre possíveis modificações.
4. Os grupos executam seus planos e avaliam se chegaram aos resultados pretendidos. Caso não, devem executar as modificações necessárias.
5. A classe apresenta as soluções e procura concluir quais são as possibilidades para resolver o problema.

Para o desenvolvimento dos conteúdos procedimentais, alguns conteúdos atitudinais se fazem necessários. Não é possível que o aluno faça uma investigação caso não tenha uma atitude investigativa perante o problema. E tratando-se de um trabalho em grupo, é preciso que saiba dialogar, trabalhar em grupo e respeitar as diferenças de opinião. Assim enumeramos três conteúdos atitudinais:

1. Ser investigativo perante um problema.
2. Trabalhar em grupo de forma solidária.
3. Respeitar as diferenças de opinião.

Dos três conteúdos expostos acima, o primeiro se refere a uma atitude. Entendemos por atitude uma predisposição estável para o aluno atuar de tal maneira. Os outros dois se referem à princípios, ou seja, idéias éticas que permitem às pessoas a emitirem juízo sobre sua conduta (Zabala, 1998: 46).

Pode-se dizer que ocorreu a aprendizagem de um valor quando este é interiorizado e serve como critério para a atuação e avaliação, e de uma atitude quando esta se apresenta de modo constante na atuação do aluno. Em ambos, a aprendizagem pode ser uma atividade reflexiva (Zabala, 1998: 47).

Para a aprendizagem dos conteúdos atitudinais dois fatores serão trabalhados: a reflexão a respeito das atitudes e valores propostos e a organização do trabalho que deve favorecer um ambiente de diálogo e respeito às opiniões divergentes. Esses conteúdos foram sendo trabalhados e avaliados ao longo das atividades e não tiveram atividades específicas para o seu desenvolvimento.

Assim, as atividades foram configuradas a privilegiar o debate e decisões em grupo, de forma que o compartilhamento de idéias e respeito as opiniões fossem fundamentais para a

execução das tarefas. Em todos os momentos os alunos receberam retornos de seu trabalho de forma a corrigir possíveis problemas de percurso.

Além disso, os instrumentos de avaliação foram atentos para as decisões dos alunos nos cinco passos apresentados acima, de forma a desenvolver uma atitude investigativa.

Os conteúdos conceituais dependem do problema que apresentaremos aos alunos. Como elaboramos atividades que possam ser aplicadas em diferentes níveis de ensino, e que, portanto, não impliquem num conhecimento específico de um determinado curso, escolhemos a montagem de um móvel com propulsão interna construído a partir de materiais comprados em lojas populares (elásticos, ratoeiras, CDs, peças de lego etc).

A idéia do funcionamento de um móvel depende do conhecimento de alguns conceitos, como massa, força e peso, e alguns princípios ou leis, como as três leis de Newton, força de atrito e força elástica. Porém, o grau de domínio e uso desses conceitos ou leis depende dos objetivos do curso que se pretende e, para nosso objetivo, restringimos a avaliação desses conceitos a sua aplicação qualitativa na construção e projeto dos móveis, sem entrar nas suas formulações matemáticas ou estudos mais rigorosos.

A aprendizagem de um conceito, princípio ou lei implica que o mesmo pode ser utilizado para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação (Zabala, 1998: 42).

Ao alunos proporem soluções para o problema, estas tinham, implícitas, concepções de conceitos e princípios. Ao explicitarem suas soluções estavam também explicitando suas concepções implícitas.

Assim, os alunos partiam de concepções espontâneas que eram confrontadas com argumentos de um grupo. Há uma possibilidade que a troca entre os pares levem a um desequilíbrio cognitivo e uma melhora da concepção. Ainda existe um teste prático no qual a natureza pode não se apresentar como o previsto, apresentando resistências a assimilação e levando a uma reformulação dos conceitos. É importante que o grupo termine com uma síntese que crie um modelo teórico coerente e mais próximo dos conceitos científicos.

Para a elaboração das atividades e, posteriormente, para a sua avaliação estaremos observando as seguintes habilidades organizadas em um quadro:

**Quadro 1: Conceitos, procedimentos e atitudes que serão avaliadas nas atividades de ensino.**

conceito/ Princípio	Habilidades que denotam um(a):	
	Procedimento	atitude
Terceira lei de Newton. (C1)	Estruturar as próprias idéias usando a linguagem escrita (P1)	Buscar que os alunos aprendam a trabalhar em grupo de forma solidária (A1)
Segunda lei de Newton (C2)	Estruturar as próprias idéias usando a linguagem oral (P2)	Buscar com que os alunos consigam dialogar e respeitar as diferenças (A2)
Força de atrito (C3)	Elaborar hipóteses (P3)	Ter um posicionamento crítico e investigativo perante uma situação-problema (A3)
Força elástica (C4)	Construir modelos explicativos (P4)	
	Testar hipóteses (P5)	
	Elaborar um plano de trabalho (P6)	

Concordamos com Becker (1999) quando define as condições necessárias para a aprendizagem (Becker, 1999: 186):

- a) Todo ensino deve partir do quadro atual do aluno.
- b) Deve incluir na metodologia a expressão do aluno.
- c) Deve considerar o erro como componente do processo de construção do conhecimento e da aprendizagem.

Assim, o professor não pode ignorar o quadro conceitual do aluno, pois através dele, o aluno poderá estabelecer os nexos necessários entre o seu saber, a sua estrutura, e o conhecimento que o professor tem por função ensinar (Becker, 1999: 186).

Procuramos uma interação de qualidade, ou seja, aquela em que o máximo de atividade do meio corresponde a um máximo de atividade do sujeito (ainda que nunca podemos garantir este último). Isto é, a um máximo de assimilação corresponde um máximo de acomodação. Para isso procuramos possibilitar situações que incentivem a participação ativa do sujeito, que age sobre objetos procurando uma assimilação (Becker, 1999: 187).

Procuramos em vários momentos, ao longo das atividades, que os alunos manifestassem suas concepções através de suas ações práticas e de suas falas ou escritos, seja com o professor ou com os colegas.

A partir das concepções manifestadas pelos alunos, procuramos tecer situações de modo a propiciar que eles procurassem, por aproximações sucessivas e não lineares, aperfeiçoarem seus modelos.

O professor pode acompanhar o desempenho dos alunos através de variados instrumentos de avaliação (criados conforme as habilidades a serem observadas em cada atividade). O objetivo da avaliação não reside em um enjuizamento, mas sim de um feedback tanto para o professor quanto para o aluno sobre o andamento das atividades. Ou nas palavras de Becker (1999): “*Tentar impedir o erro seria obstruir o processo de sucessivas gêneses cognitivas*” (Becker: 193).

O planejamento das atividades envolvem duas atuações aparentemente contraditórias: deve haver uma seqüência bem estruturada de atividades e que, ao mesmo tempo, permita estratégias para entender diferentes demandas percebidas nos alunos. Isso implica que haja vários momentos de produção, fornecendo informações sobre o desempenho dos alunos, e que possamos organizar o trabalho em pequenos grupos, em grupos maiores ou individuais de forma que possamos atender a alguns alunos enquanto outros estão ocupados com suas tarefas (Zabala, 1998: 93).

Elaboramos a estrutura das atividades de ensino no formato de uma quadro (Silva e Barros Filho, 1997), onde abrimos vários campos que explicitam: quais os momentos e quais são as atividades que o professor irá propor; quais são os objetivos pedagógicos de cada atividade e quais serão os instrumentos de avaliação utilizados e em que momentos serão usados. No campo dos instrumentos de avaliação está um código de uma letra e um número que mostra quais habilidades estão sendo observadas e avaliadas.

**Quadro 2: atividades de ensino de tecnologia.**

<b>Atividade</b>	<b>Atividades/Ações pedagógicas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Instrumentos de Avaliação</b>
<b>1.</b>	O professor solicita que os alunos respondam a seguinte questão individualmente: <i>Usando os materiais disponíveis em nosso laboratório (bexiga, elástico, ratoeira, “sal de fruta Eno”, ...). Explique como que você poderia construir um móvel</i>	Tentativa de levantar as possíveis concepções dos alunos sobre o funcionamento de móveis.	Recolhe a produção dos alunos e observa a sua participação na atividade.  (A3; P1; P3; P6, C1, C2, C3 ou C4)

	<i>com propulsão interna? Faça um plano (projeto) que permita a construção desta máquina.</i>		
2.	O professor solicita que os alunos reunam-se em pequenos grupos para discutirem as suas respostas e elaborarem o projeto do grupo.	Promover trocas de idéias entre os alunos buscando eventuais conflitos; Possibilitar que alunos que não tenham explicitado as suas concepções, por exemplo rejeitando o problema, ao tomarem contato com as opiniões de seus companheiros de grupo, possam pensar sobre o problema.	recolhe o projeto dos grupos e observa a participação dos alunos no grupo.  (A1, A2, A3; P1; P3; P6, C1, C2, C3 ou C4)
3.	O professor solicita que um representante de cada grupo apresente e explique para a classe o seu projeto. O professor coordena um debate os alunos	Possibilita que toda a classe se informe sobre o resultado do trabalho de cada grupo; Esta atividade permite que os sujeitos organizem internamente os seus pensamentos e os exponham de forma coerente e possível de ser compreendida; O debate entre os alunos pode possibilitar a ocorrência de conflitos cognitivos e que alguns alunos deixem de rejeitar o problema participando do debate.	Observação da exposição do grupo.  Observação da participação dos alunos no debate com o grupo classe. (A1, A2, A3; P2; P3; P6, C1, C2, C3 ou C4)
4.	Os alunos são solicitados a construir as suas máquinas. Depois de montadas, elas devem percorrer dois metros em linha reta.	Esta atividade pode vir a propiciar conflitos cognitivos, à medida que as hipóteses formuladas pelos estudantes podem não gerar o resultado esperado; As trocas entre os grupos e os resultados positivos que podem ser obtidos por alguns grupos podem vir a abrir novas linhas de investigação.	Observação do trabalho de cada grupo (A1; A2; A3, P5)
5.	Cada grupo será solicitado à apresentar a sua máquina funcionando para a classe, explicando como e porque ela funciona (ou não funciona) e prepara um relatório escrito.	Acreditamos que esta explicitação pode possibilitar aos alunos reconstruírem as suas idéias sobre o funcionamento da máquina e as variáveis físicas e tecnológicas envolvidas.	Observação da exposição do grupo Observação da participação dos alunos no debate com o grupo classe. Recolhe o relatório escrito. (A1; A2; A3; P1; P2; P3; P4; C1, C2, C3 ou C4)
6.	Os grupo fazem as modificações necessárias e voltam a testar os protótipos.	Testar as hipóteses dos grupos.	Observa o trabalho dos grupos. (P5)

### 3- Metodologia

Para que possamos colher dados necessários com vistas à análise do problema acima colocado, devemos nos preocupar com a metodologia utilizada.

Para realizar a investigação, as atividades foram ministradas numa sala do curso de técnico em mecânica, para trinta e sete alunos do quarto ano, na disciplina de máquinas térmicas. Esses alunos eram do último ano e, portanto, já haviam concluído todas as disciplinas científicas básicas e a maioria das disciplinas técnicas.

As atividades ocuparam um total de dez momentos de duas aulas consecutivas, totalizando vinte aulas. Essas aulas foram ministradas no espaço de um laboratório, facilitando o trabalho em grupo.

Ao elaborar o tema para as atividades, evitamos pegar um assunto que fosse específico da área de mecânica e sobre o qual os alunos já tivessem estudado em disciplinas teóricas ou experimentais. Assim, escolhemos a montagem de um carrinho feito com materiais simples (comprados em lojas populares, conhecidas como de 1,99) que deveria percorrer um percurso de dois metros em linha reta. Acreditamos que tal atividade, por não ser específica de um curso técnico, poderia ser realizada em outra modalidade do ensino médio ou até no ensino fundamental.

Procuramos perseguir a evolução das idéias que os alunos apresentam na medida que procuram solucionar o problema colocado. Inicialmente, este foi abordado individualmente, depois em grupos e por fim com toda a sala. Na medida que as idéias eram apresentadas sofriam modificações em virtude de críticas e sugestões dos colegas e, posteriormente, às dificuldades da montagem e dos testes.

Para seguir as idéias que os alunos manifestavam, em cada um dos momentos, procuramos recolher trabalhos escritos e verificar as apresentações orais. Mas por supor que nestes, o aluno pode não estar expressando o que pensa mas aquilo que acha que deve falar para o professor, procuramos acompanhar de perto o desenrolar do trabalho em grupo. Para isso, atuamos em dois, enquanto um professor (que já era professor desta disciplina tradicionalmente) procurava passar as instruções e coordenar os debates, procurei me aproximar dos grupos no sentido de discutir com eles os problemas. A todo o momento, procurei deixar claro que não era responsável pela avaliação e, com o contato direto com o trabalho dos alunos pude comparar as minhas anotações com as apresentações orais ou escritas.

As observações feitas de como os alunos estavam resolvendo o problema apresentado, permitiu reorientar as atividades conforme percebíamos que o problema não estava claro ou não havia sido corretamente interpretado. Isso ocorreu, por exemplo, quando colocamos aos alunos que construíssem um carrinho que andasse. Pela colocação, qualquer tipo de movimento satisfaria as condições, mas posteriormente acrescentamos que deveria percorrer dois metros em linha reta. Assim, definimos melhor as condições, e os alunos puderam compreender o objetivo do trabalho.

Acreditamos que o fato do pesquisador estar interagindo com os alunos, não comprometa o resultado da pesquisa. Ao contrário, é um fator essencial para o tipo de estudo que estamos empreendendo já que o nosso propósito não é testar uma hipótese de qual seria a resposta para uma dada questão, que envolveria estudar o comportamento do aluno sem nossa interferência. Aqui, procuramos observar como o aluno procurou se aproximar do problema em construções sucessivas, num ambiente de sala de aula, com trocas com o professor e seus colegas de sala. Tal conhecimento nos permitiu interferir no processo procurando coordenar o trabalho com vistas a que o aluno tivesse uma aprendizagem significativa do processo tecnológico.

Nesse sentido nosso trabalho se aproximou do trabalho de um professor, se distinguindo deste no momento da análise, pois para o professor talvez não interesse uma análise minuciosa do processo mas os resultados deste.

Como nosso objetivo não é procurar testar uma hipótese, mas estudar o percurso das idéias apresentadas pelos alunos, nas sucessivas etapas, para resolver o problema, acreditamos que na análise dos dados não caberia uma abordagem quantitativa mas sim qualitativa. Conforme afirma

Bogdan & Biklen (1994), no estudo qualitativo as hipóteses podem ser construídas durante o próprio estudo, não partindo de hipóteses de quais seriam estes problemas.

Comparação interessante pode ser obtida em Morales e Moreno (1993), quando, após uma revisão bibliográfica de muitos trabalhos com enfoques qualitativo e quantitativo, apresentam uma síntese das diferenças mais marcantes encontradas nos dois tipos de linhas metodológicas. Assim, os trabalhos qualitativos são marcados pela: não manipulação de variáveis; pelo uso de procedimentos não padronizados, tais como entrevistas não sistematizadas ou coleta de dados em uma realidade; pelo envolvimento do investigador na pesquisa; pela não definição operacional de variáveis; pela não medição de variáveis ou pela medição em um grau mínimo; pelo não controle de variáveis estranhas ou pelo controle mínimo e pela não utilização de estatística.

Assim, procuramos recolher as respostas dadas pelos alunos nas etapas consecutivas das atividades: ao resolver a questão individualmente, depois a resposta dada pelo grupo, as decisões do grupo após a discussão de seus resultados com a sala de aula e após o ensaio tecnológico. Com estas respostas, pudemos construir uma tabela mostrando a evolução das idéias apresentadas pelos alunos desde do primeiro projeto até a conclusão final.

De posse das respostas, procuramos identificar possíveis categorias que norteassem nossa análise. Percebemos que apesar das respostas apresentarem soluções variadas, algumas se apresentaram mais funcionais do que outras. Acreditamos que isso se deve a pré-concepções procedimentais, que são muito presentes em algumas respostas e não em outras.

A partir disso, concentramos nossa atenção em verificar a funcionalidade dos projetos, acreditando assim verificar se, nas consecutivas etapas das atividades, as pré-concepções seriam superadas.

Assim, procuramos verificar, nas tabelas, em que momentos os alunos se afastavam ou se aproximavam de uma resposta que resultasse num artefato que funcionasse, percebendo que as respostas dos alunos em certos momentos se aproximavam e em outros se afastavam da funcionalidade necessária para se resolver um problema tecnológico. Para investigar quais eram os fatores que, preponderantemente, contribuíam para essa aproximação da funcionalidade pretendida, agrupamos as resposta, em cada uma das etapas, e classificamos em dois grupos:

1. Respostas idealistas: respostas que se afastam da funcionalidade, muitas vezes movidas pela criatividade em fazer algo mais complexo ou requintado.
2. Respostas realistas: aquelas em que o aluno procurou levar em consideração o contexto das condições de funcionamento e se aproximou das condições reais.

Ao classificar as respostas em cada um dos momentos, conseguimos estudar como as atividades puderam levar os alunos a resolverem o problema tecnológico.

#### 4- Apresentação e análise dos dados

Para perseguir a evolução das idéias dos alunos desde do primeiro projeto até o resultado final, iremos traçar um quadro mostrando as etapas dos projetos com a finalidade a facilitar análise. Apesar da análise envolver onze grupos, escolhemos cinco grupos para mostrar como foi feita.

**Quadro 3: Respostas apresentadas pelo grupo 1.**

Projetos individuais	Projeto do grupo	Modificações depois da apresentação para a classe	Problemas e modificações
1. O carrinho é feito de lego ou de palitos usando CD's como roda, a bexiga é presa ao corpo do	Um <i>over craft</i> , porém ao invés de uma outra bexiga para propulsão, a bexiga superior foi presa no CD por	Não houve modificações na apresentação, apesar do questionamento dos colegas quanto ao	A bexiga sobre o CD não se equilibrava, tombando para algum lado e prejudicando o equilíbrio do



carrinho horizontalmente. 2. Um <i>over craft</i> com duas propulsões laterais feitas de bexigas presas em seringas.	intermédio de uma seringa e, esta, tem um orifício lateral por onde espera-se que saia um jato que moverá o conjunto.	funcionamento do sistema de propulsão.	protótipo. Para resolver o problema, o grupo sugeriu um canudo dentro da bexiga de forma a não permitir que esta tombe.
---	---	--	---

Neste grupo algo interessante aconteceu, dois membros propunham um projeto mais próximo da realidade (carrinho com rodas e propulsão com bexigas) do que o segundo. Apesar disto o segundo prevaleceu, com uma modificação que tornou o projeto ainda mais idealista (propulsão por furo horizontal). O questionamento dos colegas da sala não foi suficiente para a modificação. Após o teste, as modificações conseguiram fazer o objetivo ainda que com pouca eficiência.

#### Quadro 4: respostas apresentadas pelo grupo 2.

Projetos individuais	Projeto do grupo	Modificações depois da apresentação para a classe	Problemas e modificações
1. : A propulsão consiste numa caixa plástica e furada horizontalmente ou uma seringa, dentro da qual encontra-se água com “sal de fruta” eno. 2. O carrinho é feito de lego ou de palitos usando CD's como roda, a bexiga é presa ao corpo do carrinho horizontalmente. 3. O protótipo deste se distingue do anterior num erro conceitual. A bexiga é voltada para frente do carrinho na qual foi fixado um anteparo, esperando que o vento da bexiga ao bater no anteparo mova o carrinho.	O projeto funciona como no grupo anterior, porém possui uma bexiga para propulsão horizontal.	Modificaram o projeto elaborado na aula anterior, criando um tubo para vazão do gás que cuidaria da propulsão horizontal (idêntico ao apresentado pelo G-1). Sofreram o mesmo tipo de questionamento, porém argumentaram que o sistema funcionaria ao regular a vazão vertical do gás.	A bexiga sobre o CD não se equilibrava, tombando para algum lado e prejudicando o equilíbrio do protótipo. Para resolver o problema, o grupo sugeriu um canudo dentro da bexiga de forma a não permitir que esta tombe. Acrescentou outro canudo na saída horizontal de ar, assim com duas saídas orientadas para a mesma direção e sentido conseguiu maior dirigibilidade para o protótipo.

Neste grupo somente um projeto era de *over craft*, e apresentava uma grande ingenuidade tecnológica pois o sistema de propulsão era pesado demais e não poderia gerar a vazão necessária. O sistema de propulsão foi substituído por outro menos ingênuo, porém o projeto mais realista (2) não prosperou no grupo. Um dos projetos, que apresentava um equívoco conceitual (3) também não prosperou. Após a apresentação do grupo para a sala, as críticas levaram a acrescentar um sistema para melhorar a vazão horizontal que melhora este projeto em relação ao anterior. Apesar de

verificar os mesmos problemas que o grupo anterior após a montagem, as suas modificações possibilitaram resolver melhor os problemas de dirigibilidade e propulsão.

**Quadro 5: respostas apresentadas pelo grupo 3.**

Projetos individuais	Projeto do grupo	Modificações depois da apresentação para a classe	Problemas e modificações
<p>1. O carrinho é feito de lego ou de palitos usando CD's como roda, a bexiga é presa ao corpo do carrinho horizontalmente.</p> <p>2. O protótipo deste se distingue do anterior num erro conceitual. A bexiga é voltada para frente do carrinho na qual foi fixado um anteparo, esperando que o vento da bexiga ao bater no anteparo mova o carrinho.</p> <p>3. Neste caso, o elástico não é preso as rodas, mas em uma hélice que fica na parte traseira do carrinho. Depois de tracionado e solto, o elástico movimentava a hélice, a propulsão move o carrinho.</p>	<p>Usa dois sistemas de propulsão, um para elevar verticalmente com uma bexiga e outro horizontal feito com hélices que se movem por elásticos tracionados.</p>	<p>Não houve modificações no projeto, apesar de descreverem em detalhes como montariam o sistema de hélices usando os materiais propostos.</p>	<p>Neste caso, os problemas encontrados não puderam ser resolvidos com os recursos disponíveis e o projeto teve que ser refeito. Os problemas apresentados foram:</p> <p>1. Os componentes não se mostraram compatíveis com sua utilização. Um exemplo foi a rolha que não colou no CD e muito frágil para se utilizar como mancal.</p> <p>2. A força motora não foi capaz de movimentar o veículo. A rolha não pode suportar a hélice, e ela não se estabilizou no local.</p> <p>3. Peso do conjunto foi muito para a bexiga criar um colchão de ar sob o CD.</p>

Os projetos individuais foram mais realistas do que as modificações apresentadas pelo grupo. A exceção do projeto (2), os outros dois eram realistas sendo o (3) mais difícil de ser executado devido a construção da hélice. Na discussão em grupo, os projetos de rodas foram substituídos por *over craft* e ainda manteve um sistema de propulsão de hélice. O conjunto ficou mais complexo e incompatível com as condições de tempo e material impostos. O projeto se tornou tão idealista que teve de ser abandonado e retornou para o projeto (1).

**Quadro 6: respostas apresentadas pelo grupo 4.**

Projetos individuais	Projeto do grupo	Modificações depois da apresentação para a classe	Problemas e modificações
<p>1. É um <i>over craft</i></p>	<p>A propulsão consiste</p>	<p>Acrescentaram no</p>	<p>Problemas de</p>

<p>em que a propulsão consiste numa caixa plástica e furada horizontalmente ou uma seringa, dentro da qual encontra-se água com “sal de fruta” eno.</p> <p>2. O carrinho é feito de lego ou de palitos usando CD's como roda, a bexiga é presa ao corpo do carrinho horizontalmente</p> <p>3. Não propôs propulsão para o <i>over craft</i>.</p>	<p>numa caixa plástica e furada horizontalmente ou uma seringa, dentro da qual encontra-se água com “sal de fruta” eno.</p>	<p>projeto uma bexiga para a propulsão horizontal e, na saída desta, um palito de sorvete vertical que serviria como leme. Com isso tentavam responder a questionamentos que o móvel giraria horizontalmente.</p>	<p>dirigibilidade e de rendimento. Para solucionar o problema de dirigibilidade, o grupo sugeriu um melhor controle das bexigas horizontais, evitando uma maior vazão de um dos lados e a instalação de um leme para o conjunto. Já para solucionar o problema de rendimento foi sugerido um aumento da vazão da bexiga vertical, de forma a diminuir o atrito com a superfície.</p>
--	---	---	--

Novamente, o projeto com rodas é substituído pelo *over craft*, com um sistema de propulsão completamente idealista pois não daria vazão suficiente e com um peso muito grande. Porém, neste caso o projeto foi modificado na apresentação por uma propulsão com bexigas, que resolvia os problemas do peso e da vazão mas não o da dirigibilidade que só foi resolvido após a sua constatação.

**Quadro 7: respostas apresentadas pelo grupo 5.**

Projetos individuais	Projeto do grupo	Modificações depois da apresentação para a classe	Problemas e modificações
<p>1. Um <i>over craft</i> com uma propulsão com dois dispositivos (um em cada lateral), com bexiga presa a uma rolha cuja a outra extremidade esta uma agulha.</p> <p>2. O carrinho é feito de lego ou de palitos usando CD's como roda, a bexiga é presa ao corpo do carrinho horizontalmente</p>	<p>Um carrinho com rodas com uma propulsão com dois dispositivos (um em cada lateral), com bexiga presa a uma rolha cuja a outra extremidade esta uma agulha.</p>	<p>O grupo foi questionado quanto à vazão não ser suficiente para movimentar o móvel. Ponderou com a possibilidade de trocar a saída do gás por um orifício maior, feito na rolha.</p>	<p>O grupo verificou dois problemas:</p> <p>1. Vazão insuficiente para a propulsão do carrinho. Como solução foram eliminadas as rolhas do projeto, pois reduziavam as vazões.</p> <p>2. protótipo estava sem dirigibilidade, pois utilizava duas bexigas, uma em cada lateral do carrinho, as quais tornavam o carrinho instável. Como solução foi utilizar apenas uma bexiga no centro</p>

			do carrinho.
--	--	--	--------------

O caminho seguido pelo grupo foi diferente dos anteriores pois prevaleceu o carrinho com rodas, porém o sistema de propulsão continuava idealista, de novo os alunos optaram por uma solução requintada porém ingênua. Apesar disto, as modificações necessárias na última etapa foram pequenas o que mostra este projeto mais realista do que os demais anteriores.

Na atividade 1, os alunos eram livres para criar e percebemos que neste momento foi mais marcante a criatividade de um inventor do que de um tecnólogo. Os alunos procuraram modelos complexos e com aparente grau de inovação, como aqueles que funcionavam como *over craft* ou invés de rodas ou com sistemas de propulsão usando hélices tracionadas por elásticos ou invés de tracionar o próprio eixo.

Tais modelos se distanciavam da possibilidade de funcionamento, e, nos casos que ainda funcionariam, o fariam com baixa eficiência ou funcionalidade. Porém, como ainda não havia o ensaio do contexto de funcionamento, essa ingenuidade tecnológica levava a modelos muito mais idealistas do que realistas.

Para visualizar o grau de idealismo presente nestes projetos iniciais, classificamos os projetos em idealistas (que não funcionariam como forma concebidos) e realistas (que poderiam funcionar, necessitando apenas de alguns ajustes). As classificações sobre a funcionalidade ou não dos modelos foi feita pela observação das atividades 4 e 5.

**Tabela 1: Classificação das respostas dos alunos na atividade 1.**

<b>Categorias</b>				
<b>Idealistas</b>	25			
<b>Realistas</b>	16			

Por outro lado, apesar de alguns modelos serem substituídos por outros nas trocas internas dos grupos, ou alguns erros terem sido identificados nas apresentações dos grupos para classe, erros tecnológicos prosseguiram desde das primeiras concepções até a montagem.

Realizamos a mesma classificação com o resultado apresentado pelos grupos na tabela abaixo:

**Tabela 2: Classificação das respostas dos grupos**

<b>Idealistas</b>	5			
<b>Realistas</b>	6			

Apesar de mostrar uma tendência de inversão na nossa classificação, é necessário levar em consideração que a margem de superioridade dos projetos realistas em relação aos idealistas é muito pequena. Sem entrar em análise estatística, o que podemos observar é que a discussão em grupo foi importante no sentido de aproximar os projetos do seu contexto de funcionalidade, porém muitos projetos idealistas sobreviveram à essa etapa. E não se trata apenas daqueles grupos em que os integrantes já mostravam tais projetos. Como podemos visualizar nas tabelas que mostram a trajetória das idéias dos alunos, projetos realistas foram substituídos por outros mais idealistas.

Se retornarmos novamente à tabela que mostra a trajetória das idéias dos alunos, notaremos que, em todos os grupos, as sugestões feitas pela classe após as exposições feitas pelos grupos para toda a sala, sempre aproximaram os projetos para serem mais realistas. As discussões com o grupo

maior caminharam sempre para tornar os projetos mais realistas devido ao questionamento constante dos colegas de sala. Porém, apenas quatro grupos dos onze fizeram modificações nos seus projetos após as apresentações.

Quando os alunos montaram seus projetos e realizaram os testes, as falhas tecnológicas tornaram-se explícitas.

Os grupos que optaram pelo sistema *over craft* tiveram problemas de: vazão insuficiente da bexiga, peso excessivo do conjunto, equilíbrio, dirigibilidade e materiais inadequados para o projeto pretendido. Apesar das modificações sugeridas pelos grupos melhorarem os projetos, nenhum cumpriu plenamente com os objetivos.

Já os grupos que optaram por móveis com rodas tiveram melhor desempenho, conseguindo cumprir com os objetivos depois de algumas modificações como: construir um suporte para a bexiga que se arrastava pelo chão, diminuir o atrito dos eixos das rodas usando óleo lubrificante, aumentar o diâmetro das rodas e direcionar melhor o jato das bexigas. A exceção foi o carrinho que o jato era direcionado para pás presas nos eixos que não cumpriu o percurso exigido.

Na conclusão final das atividades, a classe optou por três projetos:

1. Carrinho com rodas e propulsão usando bexigas.
2. Carrinho com rodas e propulsão feita por tração de elásticos.
3. Carrinho com rodas e tração feita por um fio enrolado no eixo dianteiro e preso numa seringa tampada, que depois de puxada retornava a posição inicial por força da atmosfera.

Assim, o ensaio tecnológico é que colocou os obstáculos para o funcionamento dos carrinhos e, a partir dele, foi que os alunos puderam chegar aos modelos mais realistas e realizar os ajustes necessários.

Uma pergunta que nos fizemos foi se faria alguma diferença caso restringíssemos nossa atividade ao ensaio tecnológico. Porém, não podemos esquecer que as discussões feitas pelos grupos, em momentos anteriores, devem ter gerado idéias que foram utilizadas posteriormente. Talvez se partíssemos diretamente para o ensaio tecnológico, o processo perderia sua riqueza de idéias e soluções.

Ao entendermos a tecnologia como processo, percebemos que todas as etapas percorridas pelos alunos foram necessárias para a compreensão do desenvolvimento tecnológico. No momento da criação individual obtivemos uma riqueza de concepções e idéias para resolver o problema. Na medida que as discussões avançavam em grupos cada vez mais amplos, os projetos se afunilavam para idéias mais realistas e por fim, o ensaio tecnológico é que permitiu a conclusão dos projetos que funcionavam.

## **5- Conclusão**

Neste trabalho pretendíamos elaborar atividades de ensino de forma a melhorar as concepções dos alunos sobre como resolver um problema tecnológico.

Porém, ao se elaborar um plano de ensino é necessário deixar claro quais os objetivos que se pretende chegar. Tratando-se do ensino tecnológico diversas formas e metodologias podem ser usadas, dependendo daquilo que se entende por tecnologia e o que se pretende que o aluno aprenda dessa tecnologia.

Como pressuposto, assumimos a tecnologia como processo e não como produto, que visa resolver um problema prático usando práticas e conhecimentos estruturados que formam um campo próprio do saber. Procuramos, assim, nos afastar da concepção de tecnologia como uma aplicação

da ciências na criação de produtos tecnológicos presentes no cotidiano das pessoas. No nosso entender, tal concepção tem levado a pura descrição de artefatos tecnológicos, com fins ilustrativos, nas aulas de ciências e que não tem rompido com a idéia de um ensino conteudista de aulas expositivas e exercícios fechados.

Como objetivo, queremos um seqüência de atividades que pretendam contribuir para o desenvolvimento de competências que estão presentes no processo tecnológico. Tais competências não se restringem, em importância, a formação de profissionais da tecnologia mas de cidadãos autônomos e críticos. Entendemos que a autonomia significa poder construir, cooperativamente, um sistema de regras morais e operatórias (Piaget *apud* Ramos, 1999: 214), enquanto que a crítica envolve além da análise um julgamento de valor, ressaltando as dimensões positivas e negativas. O desenvolvimento de ambas envolvem atividades operatórias, ou seja, o exercício das operações formais.

O atual PCN para ciências naturais, matemática e suas tecnologias trás uma contribuição interessante neste sentido, listando algumas competências relativas a representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sócio cultural, e destaca a importância do estudo da tecnologia no desenvolvimento das mesmas. Porém, não fica claro o que seria trabalhar a tecnologia em sala de aula para este fins, ficando inclusive confuso se o que se chama trabalhar a tecnologia se refere ao uso de artefatos tecnológicos, a descrição destes ou a utilização de atividades tal como propomos.

Assim, acreditamos contribuir para o ensino tecnológico propondo atividades e mostrando os resultados de sua aplicação, não para apresentar uma receita de ensino tecnológico, mas fornecendo elementos para a reflexão dessa prática em sala de aula.

Começamos as atividades colocando os alunos frente a um problema aberto, prático e com objetivos bem definidos. Um problema localizado no primeiro quadrante da matrix de desenvolvimento de Custer.

Conforme já esperávamos, os alunos apresentaram soluções já no primeiro momento, pois já traziam concepções sobre o funcionamento de um pequeno móvel. Tal conhecimento, que provavelmente provinha da sua vivência com artefatos tecnológicos similares, permitiu a construção de saídas para o problema que apresentaram diversos níveis de funcionalidade. Imaginamos que tais diferenças de aproximação da funcionalidade do projeto se deva a uma vivência mais próxima deste tipo de artefato por alguns alunos, e outros, com maior inocência tecnológica criaram soluções mais idealistas. O que determinava o grau de inocência das respostas era o desconhecimento de algumas relações como o atrito nos eixos, a necessidade de uma força de sustentação que equilibre o peso, a presença da resistência do ar, mas de também de alguns problemas procedimentais como a montagem de certos dispositivos. Nosso propósito é que as atividades melhorem estas concepções.

Assim, classificamos vinte e cinco projetos como idealistas e apenas dezesseis como realistas. Apesar do número de idealistas superarem o de realistas, imaginamos que este número seja maior em outras modalidades de ensino, já que o curso técnico de mecânica pode reunir alunos com maior proximidade a este tipo de problema.

Ao elaborar a seqüência das atividades, não achamos adequado expor os alunos logo ao teste da montagem, pois os obstáculos poderiam não favorecer uma melhora das concepções e sim uma desmotivação da atividade. Ao invés disso, os alunos discutiram suas formulações em grupo. Esperávamos que as trocas de opinião possibilitassem algum conflito nas concepções individuais e levassem a uma maior reflexão. Percebemos que a maior parte dos projetos que sobreviveram a esta etapa se tornaram mais realistas, ainda que alguns seguissem a trajetória oposta. Pelos resultados mostrados, seis dos onze grupos tornaram seus projetos mais realistas após a discussão em grupo. Acreditamos que no trabalho de grupo, a necessidade de explicar os questionamentos dos seus pares, pode ter provocado lacunas nas concepções apresentadas pelos alunos. Tais perturbações,

chamado por Piaget de perturbação de *feedback* negativo, podem ter levado a desequilíbrios cognitivos e a compensações. O trabalho em grupo também pode ter funcionado como fator de motivação, pois não registamos um abandono do problema ao longo das atividades.

Mesmo assim, estes teriam que passar pela apresentação para a sala na qual os alunos questionaram a funcionalidade dos projetos. As sugestões feitas pela classe, após as exposições feitas pelo grupo para toda a sala, sempre aproximaram os projetos para serem mais realistas. As discussões com o grupo maior caminharam sempre para tornar os projetos mais realistas devido ao questionamento constante dos colegas de sala. Porém, apenas quatro grupos dos onze fizeram modificações nos seus projetos após as apresentações.

A prova final dos projetos foi o ensaio tecnológico, e os alunos perceberam que a realidade não estava de acordo com seus modelos, levando-os a reflexões a respeito dos ajustes necessários. No ensaio tecnológico, os alunos puderam testar seus modelos teóricos e, em muitos casos, a realidade mostrou resistência a uma assimilação. Ou seja, o comportamento inesperado pode ter provocado novos desequilíbrios. Os relatórios apresentados pelos alunos sobre uma análise dos problemas, e os testes posteriores mostraram que a reflexão gerada levou a uma tomada de consciência das relações envolvendo conceitos e procedimentos que não estavam sendo consideradas. Tal superação pode ter implicado na construção de um modelo teórico mais realista a respeito da tecnologia.

A melhora das concepções dos alunos a respeito do problema tecnológico pode ser observada quando a classe concluiu quais os projetos que melhor respondiam ao problema proposto com grande grau de realismo:

1. Carrinho com rodas e propulsão usando bexigas.
2. Carrinho com rodas e propulsão feita por tração de elásticos.
3. Carrinho com rodas e tração feita por um fio enrolado no eixo dianteiro e preso numa seringa tampada, que depois de puxada retornava a posição inicial por força da atmosfera.

Os três projetos expostos acima guiaram a construção dos modelos finais, os quais todos completaram os quesitos exigidos para a resolução do problema.

Apesar de ser difícil afirmar o que ocorreu com as concepções de cada aluno no decorrer do trabalho, percebemos que os projetos apresentados pelo grupo foram se aproximando da funcionalidade no decorrer das atividades. Isto mostra que concepções podem ter sido modificadas por conflitos provocados tanto na troca dentro dos grupos como no ensaio tecnológico.

Por fim, concluímos que pretendendo-se um ensino tecnológico, seja no nível fundamental ou médio, que possa formar um aluno crítico e autônomo devemos priorizar neste processo de ensino as operações formais. Nossos resultados mostram que uma possibilidade é colocar os alunos a resolverem problemas tecnológicos, nos quais elaborem modelos explicativos, façam testes e julgamentos com interação em grupo.

## **Referências**

- BECKER, F. (1999) Aprendizagem e ensino: contribuições da epistemologia genética. In: Linsingen, I. V. et al (org.). Formação do engenheiro. Florianópolis: Editora da UFSC.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. (1994) Investigação Qualitativa em Educação. Porto, Portugal: Porto editora.
- CUSTER, R. L. (1995) Examining the dimensions of technology. International Journal of Technology and Design Education. Vol 5: 219-244.
- DEMO, P. (1999) Profissional do futuro. In: Linsingen, I. V. et al (org.). Formação do engenheiro. Florianópolis: Editora da UFSC.

- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIE, A. (1992) Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Ed. Morata.
- GILBERT, J. K. (1995) Educación Tecnológica: Una Nueva Asignatura en todo el Mundo. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 13, N.1: 15-24.
- GIL-PÉREZ, D. (1996) New Trends in Science Education. International Journal of Science Education. Vol. 18, N. 8, 889-901.
- LUCKE, M. e ANDRÉ, M.E.D.A. (1986). Pedagogia em Educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU.
- MORALES, M. e MORENO, M. (1993). Problema en el uso de los terminos cualitativo/cuantitativo en la investigación educativa. Investigación en la Escuela. Vol. 21: 149-157.
- MOREIRA, M.A. (1988) Alguns Aspectos das Perspectivas Quantitativas e Qualitativas à Pesquisa Educacional e suas Implicações para a Pesquisa em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Publicação do Instituto de Física da UFRGS.
- Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias"/ Ministério da Educação e Desporto- Brasília (1999). [On line] Disponível em <http://www.mec.gov.br> [ Acessado em 4/4/2001].
- PIAGET, J. (1977) O julgamento moral da criança. São Paulo: Mestre Jou.
- PIAGET, J. (1977) O Desenvolvimento do Pensamento- Equilíbrio das Estruturas Cognitivas. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- PIAGET, J. (1996) As Formas Elementares a Dialética. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- RAMOS, E. M. F. (1999) O papel da avaliação educacional nos processos de aprendizados autônomos e cooperativos. In: Grinspun, M. P. S. (org.). Educação Tecnológica-Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez.
- SILVA, D., BARROS FILHO, J. (1997). A busca de coerência com os preceitos construtivistas no processo de avaliação da aprendizagem. In: Atas do Foro de la Academia de Ciencias de América Latina: Enseñanza de la Educación Básica en América Latina: encuentro de Educadores e Investigadores Científicos. Caracas, Venezuela.
- ZABALA, A. (1998) A prática educativa. Porto Alegre: ArtMed.