

# ESTAÇÃO METEOROLÓGICA E SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: Física Ambiental e Educação Ambiental integradas em uma única proposta

Marcelo Paes Barros<sup>\*</sup>  
Elizandra Chastel<sup>\*\*</sup>  
Roberto César Campos<sup>\*\*\*</sup>  
Sérgio Lanzieri Anjos<sup>\*\*\*\*</sup>

## RESUMO

Acreditando que o entendimento da realidade ambiental passa por uma mudança nas atitudes, que, por sua vez, mudam com o aumento do conhecimento acerca da natureza, o artigo apresenta uma proposta de trabalho da Física Ambiental. Realizado ao longo de um ano com alunos na faixa etária entre 14 e 18 anos de um colégio de Cuiabá, MT, o projeto consistiu na análise das relações entre o clima da região e a qualidade da água da chuva. Após registro e análise dos dados coletados, foram produzidas questões, utilizando os resultados da pesquisa em conteúdos das Ciências da Natureza e da Matemática. Os resultados divulgados pelos alunos multiplicadores para a comunidade educativa, além de produzirem um aprendizado significativo, podem conduzir a um ganho em qualidade de vida para a comunidade.

**Palavras-Chave:** Climatologia. Aproveitamento de água pluvial. Aprendizagem significativa.

---

\* Doutorando em Física Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. Professor do Instituto de Física – Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: mpb9@terra.com.br.

\*\* Licenciada em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso. Professora do Colégio Notre Dame de Lourdes. E-mail: colndl@terra.com.br.

\*\*\* Biólogo formado pela Universidade Federal de Mato Grosso. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso e do Colégio Notre Dame de Lourdes. E-mail: rc8444@gmail.com.

\*\*\*\* Pós-Graduado em Metodologia do Ensino de Matemática pela Faculdade Internacional de Curitiba. Professor do Colégio Notre Dame de Lourdes. E-mail: pslanzieri@yahoo.com.br.

## ABSTRACT

### **A Weather Station And A Rainwater Harvesting System: A Proposal To Integrate Environmental Physics And Environmental Education**

This study takes into account that the understanding of the environmental reality has been going through a change in attitudes: the more knowledge people have about nature, the more they change their attitudes. This paper describes a work proposal in Environmental Physics. It was carried out with 14 to 18-year old students who go to a school in Cuiaba, MT for a year. The project comprised the analysis of relations between the weather in the region and the quality of the rainwater. Firstly, data was collected and analyzed. Then, questions about the results of the research were studied in disciplines such as Natural Sciences and Mathematics. Students not only had the opportunity to go through a meaningful learning experience but also contributed to improve their quality of life when they publicized the results in the school community.

**Keywords:** Climatology. Rainwater harvesting. Meaningful learning.

## INTRODUÇÃO

A presença da água já foi identificada em todo o universo, no entanto somente na Terra, até agora, as condições para sua existência no estado líquido pôde ser comprovada. Tais condições de densidade e a distância até o Sol fizeram com que três quartos da superfície da Terra sejam cobertas por água no estado líquido, além da enorme quantidade presente na atmosfera, no estado gasoso (Branco, 2000).

Dessa água que se espalha pela superfície do planeta, apenas 2,3% é doce, continuamente renovada, graças ao ciclo de evaporação das águas superficiais e precipitação de volta à superfície, sob a forma de: chuva, granizo, neve, orvalho, etc. (Ayoade, 1983). A referida precipitação, porém, não se acha distribuída de maneira uniforme por toda superfície do planeta.

A aparente impressão de abundância e a capacidade de renovação da água do planeta levou a humanidade a ter o mineral como um bem infinito. Contudo, a rápida urbanização das cidades nas últimas décadas, o aumento do número de habitantes e a necessidade de uma produção agrícola crescente trouxeram uma preocupação com a qualidade e a disponibilidade da água para o consumo humano.

As cidades, cada vez mais pavimentadas, contribuem muito pouco para a retenção das águas precipitadas no solo. Situações extremas, inundações em períodos de chuva e escassez em períodos de seca, são cada vez mais recorrentes, dificultando o planejamento da disponibilidade da água para a população.

A introdução de substâncias tóxicas, principalmente pelos esgotos domésticos e industriais, nos ecossistemas aquáticos diminui ainda mais a quantidade de água de qualidade disponível para o consumo humano. A avaliação da qualidade da água e do conjunto das suas características químicas, físicas e biológicas, depende do uso a que se propõe.

A questão da água nas cidades, entretanto, não pode ser entendida de maneira isolada, uma vez que no estudo do Sistema Clima Urbano (SCU), o importante é compreender as relações entre as partes do sistema. Monteiro e Mendonça (2003) comparam o SCU a um sistema autorregulado à procura de equilíbrio, mas que, pelo crescimento desordenado da urbanização, seria dificilmente obtido, cabendo ao homem uma intervenção consciente, no sentido de elaborar a adaptação progressiva às metas de crescimento.

Educadores também creem que o ponto de equilíbrio dessa teia de relações entre percepções, atitudes e intervenções se encontra no homem. A educação pode assumir o papel de condução de toda a sociedade para um caminho que leve a novas percepções, resultando em novas atitudes para enfrentar os desafios atuais, como o crescimento urbano, a proteção e a recuperação de áreas de vegetação primária, ou o uso racional da água. Programas de Educação Ambiental podem envolver as pessoas e levá-las a interagir e adotarem condutas compatíveis com o ambiente em que vivem.

Na cidade de Cuiabá, MT, devido às exigências de seu clima, educação e atitudes a respeito do uso consciente da água são ainda mais importantes. Segundo Maitelli (1994), na região da baixada cuiabana, as estações são bem distintas: uma chuvosa, com pluviosidade média de aproximadamente 1500 mm, concentrados entre os meses de novembro e março e outra seca, na qual a baixa umidade do ar e a escassez de água nos reservatórios são responsáveis por vários danos na cobertura vegetal, dificuldades na distribuição de água, além de problemas de saúde à sua população.

Acreditando que o entendimento da realidade ambiental e seu relacionamento com o ser humano passam por uma mudança nas atitudes ambientais que, por sua vez, mudam com o aumento do domínio e do conhecimento sobre a natureza, foi desenvolvido, no período de outubro de 2008 a setembro de 2009, com alunos do ensino médio de uma grande escola confessional da cidade de Cuiabá, MT, o projeto “Estudo das Alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento

de Água de Chuva em Cuiabá – MT<sup>1</sup>”.

A execução do projeto teve por finalidade contribuir para o aprendizado dos estudantes do ensino médio do Colégio nos conteúdos e disciplinas que permeiam o estudo, promovendo a compreensão dos fenômenos ambientais relacionados à Física Ambiental (FA), com consciência no aproveitamento e uso correto dos recursos hídricos, metodologia proposta da Educação Ambiental. O presente artigo relata as principais questões no desenvolvimento desse projeto.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos fatores que movem as pesquisas em ensino de Física, atualmente, é a preocupação em promover um aprendizado significativo. Algumas dessas pesquisas procuram utilizar uma teoria de aprendizagem como suporte para a negociação de significados entre os aprendizes. A proposta apresentada neste trabalho se baseia na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel.

Estudar um assunto que permita o estabelecimento de relações com conhecimentos que o aluno já possua, ou conhecimentos prévios, é o que, segundo Moreira e Masini (1982), Ausubel chama de Aprendizagem Significativa. Esse aspecto essencial da teoria expressa a importância de se desenvolver a aprendizagem com base no que o aprendiz já saiba.

Situações de ensino que promovam aprendizagem significativa devem seguir alguns princípios que visam facilitá-la (Moreira, 2005):

- Diferenciação progressiva: os conceitos mais gerais são apresentados no início da instrução e diferenciados progressivamente em suas especificidades;
- Reconciliação integradora: explorar as relações entre os conceitos e as posições;
- Organização sequencial: estabelecer uma sequência coerente entre os tópicos;
- Consolidação: revisar e consolidar a estabilidade dos novos significados.

---

<sup>1</sup> Projeto premiado pelo Instituto da Cidadania no concurso Construindo a Nação 2008/2009, categoria Ensino Médio.

Conceitos assimilados a partir de informações que o aprendiz traz consigo, seja pela sua vivência pessoal, seja pelas diversas fontes proporcionadas pelos meios de comunicação, são aspectos relevantes da estrutura do conhecimento do indivíduo para que uma nova informação se estabeleça. Assim, um programa de ensino de tópicos da FA, para ser significativo, segundo a TAS, pode partir de temas ambientais globais, como mudanças climáticas, chuvas ácidas ou dispersão de poluentes, presentes no universo do aprendiz. No entanto, outras questões ambientais locais, como escassez de chuvas, falta de água, baixa umidade do ar, precárias condições de conforto térmico, podem ser mais emergentes para o cotidiano do aprendiz.

Porém, no caso da FA, variáveis importantes para o entendimento das questões ambientais, apesar de presentes na vida desse aluno, são conceitos ainda limitados e pouco desenvolvidos na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, o processo de especificar as variáveis relevantes em cada tema, classificá-las, organizá-las, diferenciando-as em suas características divergentes e reconciliando-as noutras, pode se efetivar numa prática para o ensino de FA, de maneira potencialmente significativa.

Nesse processo, a estrutura cognitiva vai mudando com o tempo e, conceitos anteriormente difusos para o aprendiz, como as variáveis climáticas temperatura e umidade do ar, radiação solar, precipitação, entre outras, podem ser aprendidos, e suas complexas relações, percebidas como elementos de um conceito mais amplo, o Sistema Clima. Uma proposta de ensino com tais características pode promover “as competências necessárias para a avaliação da veracidade de informações ou para a emissão de opiniões e juízos de valor em relação às questões ambientais, conforme devemos tratar os conhecimentos de Física segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio” (Brasil, 1999: p.235).

A implementação de uma proposta de ensino baseada em aprender significativamente, segundo Antunes (2002), não precisa ser algo penoso, uma vez que existem diversas maneiras interessantes de aprender, desenvolvidas para alunos em qualquer nível, independentemente do conteúdo em questão. Os temas ambientais permitem uma série de atividades de aprendizagem: práticas a serem realizadas pelos alunos, envolvendo pesquisas de campo para a investigação de problemas, entrevistas para verificar o nível de conscientização da comunidade em relação à questão e coleta de materiais e dados, são alguns exemplos.

Uma atividade envolvendo pesquisas, no sentido proposto anteriormente, promove “o exercício da curiosidade, convoca a imaginação, a intuição, as emoções, a capacidade de conjecturar, de comparar, na busca da perfilização do objeto ou do achado de sua razão de ser” (Freire, 1996: p.98).

Atividades de ensino com as características mencionadas deixam as pessoas mais receptivas e, envolvidas pelo ambiente, podem ser levadas a interagir e a adotar condutas compatíveis com a situação de ensino, de forma que a construção do conhecimento, ou a transmissão de informações apresentem bons resultados. Entretanto, a ausência de reflexão sobre os conhecimentos adquiridos, resultado da carência de uma educação científica ambiental, não permite que os mesmos conduzam a ações, individuais ou coletivas, que resultem ganhos sociais, econômicos e ambientais para toda a sociedade.

Nesse sentido, Reigota (1994: p.14) propõe uma Educação Ambiental que “altera profundamente a educação como a conhecemos, não sendo necessariamente uma prática pedagógica voltada para a transmissão de conhecimentos sobre ecologia. Trata-se de uma educação que visa não só à utilização racional dos recursos naturais, mas basicamente à participação dos cidadãos nas discussões e decisões sobre a questão ambiental”.

Assim, uma proposta de ensino que promova aprendizado envolvendo FA, conforme estabelecido pela TAS, deve conduzir o aprendiz a uma compreensão do ambiente como um organismo, complexo resultado da teia de relações formada inclusive por suas ações. Essa compreensão pode levar a sentimentos de identidade e afeição para com o ambiente como um todo, resultando em atitudes de respeito, de preservação e de conservação dele.

## **MÉTODOS**

O projeto foi desenvolvido nas instalações do Colégio Notre Dame de Lourdes, com a comunidade educativa do mesmo, localizado em Cuiabá, MT. A região apresenta um clima Tropical Semiúmido, com uma estação seca, durante 4 a 5 meses do ano, e outra estação chuvosa.

No estudo foi avaliada a capacidade máxima de coleta de águas pluviais por apenas um telhado de um dos prédios que compõem a estrutura do colégio. O prédio, em dois andares, é ocupado por turmas de

educação infantil e ensino médio e apresenta uma área coberta de aproximadamente 80 m<sup>2</sup>.

O sistema de coleta de águas instalado para o projeto direciona a água coletada, por meio de calhas de PVC, para um filtro, sendo, então, conduzida para uma caixa d'água de 8000 litros de capacidade, com o excesso de água armazenada direcionada para o solo. Essa caixa foi instalada em um corredor de pequeno fluxo de pessoas e protegido do sol, com acesso somente aos alunos responsáveis pelo projeto (Figura 1). A água coletada é direcionada, através de um sistema de bomba elétrica, para uma caixa elevada de 500 litros localizada sobre as instalações da área de serviço.



FIGURA 1 – Ponto de coleta de água de chuva

A água armazenada foi utilizada exclusivamente para a limpeza dos pátios e da quadra de esportes. Todo o sistema de água de chuva foi isolado da rede de água canalizada fornecida pela companhia de saneamento que atende a região, a fim de que não houvesse risco de contaminação.

Quinzenalmente, nas aulas de Biologia e Química, foram efetuadas, pelos alunos do 1º ano do ensino médio, medidas das características físicas e químicas da água de chuva captada exclusivamente para tal fim, de forma a avaliar a qualidade da água da precipitação.

A avaliação da qualidade foi realizada com o uso de um kit portátil desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), denominado Ecolit e adquirido para a realização do projeto. O kit é composto por frascos, reagentes e outros materiais para a

realização de análises físico-químicas e vem acompanhado de um folheto explicativo sobre o modo de usar, que aborda também a importância ambiental das variáveis analisadas.

O exame físico determina características físicas da água como a cor, a turbidez, o odor, a temperatura, entre outras, enquanto que as características químicas são determinadas pela presença de substâncias químicas oriundas da atmosfera, de acordo com o lugar por onde ela passou enquanto precipitava, e do telhado usado para a sua captação. Quanto à qualidade biológica da água, um aspecto importante é a análise da presença de agentes patogênicos e de transmissão de doenças. Para tanto, uma amostra da água foi levada à companhia de saneamento, uma vez em cada estação, para a verificação de sua qualidade biológica. Devido aos exames realizados, a água armazenada teve sua qualidade verificada regularmente e, quando o controle da qualidade mostrou necessário, foi feita uma adição de cloro à mesma.

Durante todo o período de duração do estudo, foram registrados os dados diários de precipitação, temperatura e umidade do ar, obtidos por meio do registro das observações meteorológicas efetuadas numa pequena estação, construída na escola (Figura 2), em funcionamento oficial desde o dia 02 de outubro de 2008. Os registros são realizados em três momentos do dia, às 8, 14 e 18 horas, pelos alunos do 2º ano do ensino médio que, divididos em pequenos grupos, fazem a tabulação dos dados, disponibilizando-os para toda a comunidade pela página do colégio.

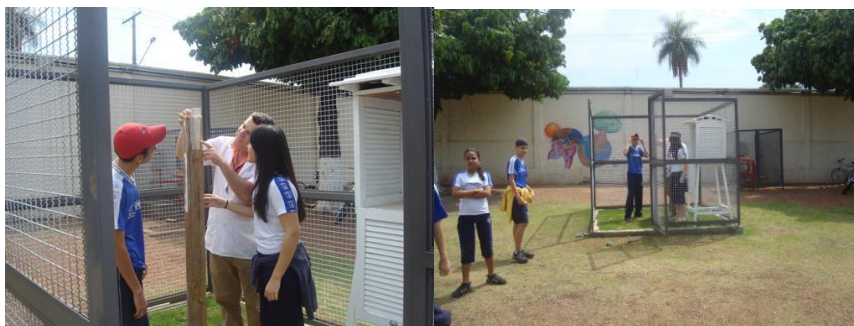


FIGURA 2 – Leitura diária das variáveis climáticas na estação meteorológica

Ao longo do período em que se desenvolveu o projeto, os dados meteorológicos e da qualidade da água foram trabalhados na disciplina



de matemática, em estudos da viabilidade do uso da água da chuva, de forma a compensar os investimentos, levando em conta os possíveis tratamentos que ela venha a sofrer. Ainda na disciplina de matemática, fazendo uso da ferramenta eletrônica MS Excel, os alunos confeccionaram gráficos que possibilitam o estudo das relações entre a qualidade da água coletada e as variáveis meteorológicas.

Para sensibilizar os alunos em relação à situação em que se encontra o tratamento da água na cidade, o projeto teve início em junho de 2008, com uma visita a uma estação de tratamento de água, na própria cidade, para só então ser apresentado a toda a comunidade. Paralelamente à implantação do projeto em questão, foi realizada uma campanha de conscientização com todos os membros da comunidade educativa, acerca da importância da água para a nossa vida e da possibilidade de se buscar formas alternativas para o aproveitamento da mesma.

Ao final do primeiro ano do projeto, em junho de 2009, os alunos do 3º ano do ensino médio realizaram pesquisas qualitativas com todos os membros da comunidade educativa, em especial com os funcionários responsáveis pela limpeza do colégio, sobre o conhecimento, a importância e as dificuldades de execução do projeto. A pesquisa, ainda em curso, pretende verificar o aprendizado e a percepção, positiva ou negativa, a respeito do uso da água reaproveitada.

Os resultados, qualitativos e quantitativos, alcançados na execução dos trabalhos, foram apresentados a toda a comunidade educativa sob formas de resumos, tabelas e gráficos, desenhos e fotos, expostos na Mostra de Conhecimentos ocorrida em outubro de 2009, na própria escola.

O projeto foi finalizado com uma atividade de consolidação do aprendizado, buscando a revisão e a estabilidade dos novos significados. Nela, os alunos do ensino médio, em grupos, foram convidados a produzirem questões, no formato do novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que se utilizassem dos dados obtidos com as pesquisas. Auxiliados pelos professores das disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática, os alunos produziram e apresentaram as questões elaboradas para todos os colegas do ensino médio, em aulas voltadas para a revisão preparatória para o Exame. Nos resultados, a efetivação da aprendizagem do tema é avaliada em função destas questões.

As atividades desenvolvidas nas diferentes disciplinas, com a finalidade de estudar a viabilidade da implantação do sistema de captação de água da chuva e a correspondente qualidade da mesma,

variando de acordo com as sazonalidades das estações, serviram de contexto para um objetivo comum, implementar uma proposta de transposição didática de tópicos essenciais à FA, tendo como referência o Sistema Clima, com possibilidades de integração entre as disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática. Os resultados se estendem à consequente conscientização de toda a comunidade educativa acerca da importância da preservação dos recursos naturais, em especial da água.

## RESULTADOS

Na apresentação dos resultados, usamos as falas e os textos dos alunos para descrever aprendizados e falhas de representação e raciocínio. Essas falas e textos se encontram entre aspas e em itálico.

As análises dos trabalhos elaborados pelos alunos em função de todos os dados, meteorológicos e de qualidade da água, levantados ao longo do ano visaram expor as impressões pessoais a respeito do trabalho e do nível de aproveitamento que tiveram. Por outro lado, tais análises também permitiram verificar a possível captação de significados relativos a alguns dos conceitos envolvidos nas diferentes tarefas realizadas e às relações entre estes, além de obter alguns indicadores referentes à incorporação de percepções e atitudes da educação ambiental.

A apresentação inicial dos objetivos para todas as turmas participantes do projeto foi positiva, à medida que incentivou a participação ativa nos grupos de trabalho. Preparados durante os meses anteriores ao início das atividades, os alunos, em seus relatos, sugeriram conhecer os objetivos e as etapas a serem cumpridas até atingirem o resultado final:

*“O objetivo do trabalho será observar o resultado nos aspectos de qualidade e quantidade, uma vez que esta será utilizada na limpeza da parte externa dos prédios, e se compensa o uso da mesma” (Vitor, 2º ano).*

*“O objetivo deste trabalho será de avaliar a água pluvial captada pelo sistema, em termos de quantidade e qualidade, verificando as relações desta com os dados meteorológicos, como temperatura e umidade do ar, levantados pela estação” (Leticia, 1º ano).*

A averiguação, realizada através de entrevistas, constatou que a maioria dos alunos conhecia o objetivo do trabalho, e que tinha informações, embora superficiais, de alguns conceitos, o que sugere a existência de subsunçores ou a incorporação de conceitos específicos da FA (Figura 3).

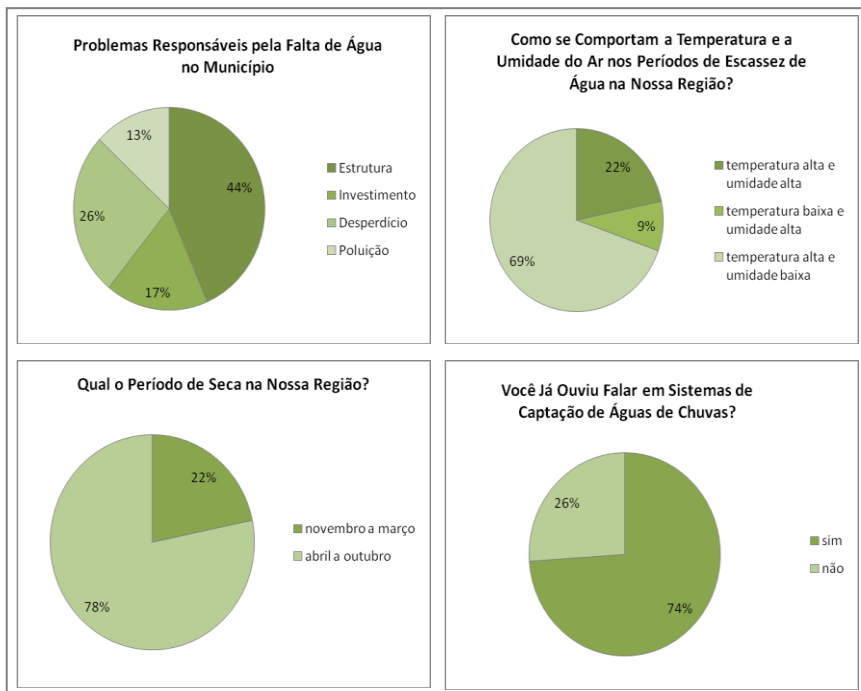


FIGURA 3 – Resultados das Investigações Iniciais

Mesmo desconhecendo a complexidade do tema, quando questionados a respeito das causas responsáveis pela falta de água no município, em especial na época mais seca do ano, os alunos citaram questões relacionadas com a estrutura e o investimento público, a escassez e o desperdício de água, a exploração desordenada dos recursos naturais, as queimadas, a poluição e, até mesmo, com as mudanças climáticas globais. No entanto, também foi possível perceber a ausência

de embasamento e aprofundamento nas discussões, além do pouco aproveitamento no que se refere ao estabelecimento de relações:

*“As atividades humanas, do meu ponto de vista, têm aquecido o Planeta, de forma que a disponibilidade e qualidade da água oferecida às populações tendem a piorar, e esta situação a meu ver, está longe de ser resolvida.” (Marcos, 3º ano).*

A partir do momento em que foram apresentados aos equipamentos existentes na estação meteorológica, os aprendizes passaram a registrar, mesmo em feriados e finais de semana, os dados meteorológicos da estação (Tabela 1).

TABELA 1 – Registros meteorológicos da primeira semana de maio de 2009.

Dia/Mês	Período	Temp. Bulbo Seco (°C)	Temp. Bulbo Úmido (°C)	Umidade Relativa (%)	Maio	Ano:	2009
					Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	Precip. (mm)
01	8 h	25	24	92	20	41	-
	14 h	29	24	83	-	-	-
	18 h	25	24	92	-	-	-
02	8 h	29	28	92	22	36	13
	14 h	33	32	83	-	-	5
	18 h	29	24	93	-	-	-
03	8 h	24	22	92	24	39	10
	14 h	25	22	80	-	-	-
	18 h	26	25	90	-	-	7
04	8 h	30	28	83	23	40	-
	14 h	33	26	48	-	-	-
	18 h	31	24	56	-	-	-
05	8 h	25	23	84	24	37	-
	14 h	27	24	77	-	-	2
	18 h	27	24	77	-	-	-

Dentre os equipamentos existentes na estação, um termômetro de temperaturas máximas e mínimas indica os valores dessas variáveis, registradas no dia anterior, constantemente zerado na visita das 8 h. Para a medição da umidade relativa do ar, optou-se pelo método dos termômetros de bulbo seco e úmido. Nesse tipo de instrumental, fica

mais evidente, para o aprendiz, a presença da água no ar, a partir da diferença de temperatura registrada pelos dois termômetros.

No entanto, muito mais que registrar valores em planilhas, os aprendizes eram convidados a contemplar o tempo e descrever suas impressões a respeito da nebulosidade, radiação solar e do vento. A observação da evolução do tempo ao longo das estações auxiliou os aprendizes a diferenciarem conceitos da FA, como temperatura do ar e radiação solar, sem, contudo, deixarem de explorar as relações entre esses conceitos. A questão produzida pelos aprendizes, relatada no terceiro caso, por exemplo, sugere que houve entendimento da relação entre a umidade relativa do ar e a temperatura e entre a implicação da evolução dessas variáveis e as condições de conforto térmico, ao longo do dia e também ao longo do ano.

Registrada diariamente no pluviômetro, a precipitação acumulada ao longo dos meses (Tabela 2) possibilitou um estudo, realizado nas aulas de Matemática, indicando uma economia no consumo de água da Instituição, devido ao uso da água captada, durante quase todo o ano. Apesar do registro mínimo nos meses de outubro de 2008 e julho de 2009, o sistema, estimado pelos aprendizes, mostrou-se viável para, em consórcio com a água fornecida pela companhia de abastecimento, suprir as necessidades da escola.

TABELA 2 – Registros da precipitação mensal acumulada ao longo do ano de medições

Mês/Ano	Precipitação Acumulada. (mm)	Mês/Ano	Precipitação Acumulada. (mm)
set/08	48	mar/09	175
out/08	8	abr/09	145
nov/08	92	mai/09	49
dez/08	185	jun/09	20
jan/09	213	jul/09	3
fev/09	200	ago/09	89
		Total	1227

Entender como se mede a quantidade de chuva, expressa em milímetros de altura, litros por metro quadrado, possibilitou aos aprendizes estabelecer relações entre medidas, diferenciar volumes de

sólidos através de operações básicas envolvendo áreas e volumes.

As medições das qualidades físicas e químicas da água captada e armazenada, realizadas quinzenalmente, obedeceram ao calendário das aulas e principalmente ao ritmo das chuvas, sendo também registradas em planilhas para análises posteriores (Tabela 3).

TABELA 3 – Registro da qualidade da água no dia 03 de abril de 2009

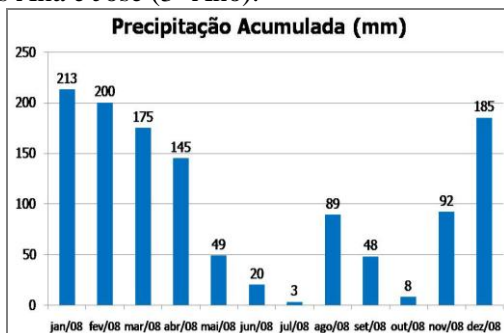
Data	Água	Parâmetros							
		Odor	Cloreto	Dureza	Oxigênio	Amônia	Ferro	pH	Turbidez
03/Abr	Armaz.	Aus.	10,5	21,4	2,2	0	0	6,72	0,81
	Coleta	Aus	17,2	21,1	1,0	0	0	5,24	0,34

Os resultados das amostras retiradas do reservatório e do sistema de captação indicam qualidade aceitável da água da chuva, no que se refere ao uso para fins não potáveis (como lavagem de calçadas, jardinagem e descarga de vasos sanitários, entre outros). No entanto, a qualidade da água da chuva está relacionada à atmosfera, de forma que nos meses de seca a acidez da água torna-se bastante acentuada, observação descrita pelos aprendizes na questão relatada no segundo caso. Os parâmetros microbiológicos (coliforme fecal e coliforme total) analisados nas amostras levadas à companhia de saneamento não excederam os valores máximos pelas referências adotadas.

Ao final do primeiro ano de medições, os registros realizados pelos aprendizes representavam um material de potencial aprendizado para as disciplinas das Ciências da Natureza e Matemática. Assim, a partir de agosto de 2009, com a finalidade de reconciliar e consolidar os novos significados, os aprendizes foram desafiados a propor questões nas quais fossem utilizados os dados de campo nos conteúdos das disciplinas em questão.

As questões, contendo os dados pesquisados e os principais conceitos aprendidos, são ricas no que diz respeito aos importantes conceitos da FA apresentados e à interligação entre os mesmos. Para analisar o desempenho dos alunos nessa atividade, foram selecionadas cinco questões que se mostraram representativas, as quais são apresentadas nos casos 1 a 5.

## Caso 1: Alunos Ana e José (3º Ano).



“Um casal resolve construir um sistema de captação de águas de chuva que caem sobre os telhados de sua residência, para aproveitamento, depois de tratada, em descargas sanitárias e torneiras externas, o que representa um consumo aproximado de 30 litros/dia. A cisterna que irá armazenar esta água deve ter uma capacidade máxima suficiente para prover a casa por um período de 30 dias, mesmo nos meses menos chuvosos. Assim, conhecendo a distribuição das chuvas na nossa região (figura anterior), qual deve ser a área mínima de coleta do telhado para que não falte água para este fim na residência durante todo o ano? (Uma precipitação de 1 mm corresponde a um volume de 1 litro em 1 m<sup>2</sup> de superfície)”.

A questão se utilizou dos dados da precipitação acumulada ao longo do período registrada pelos alunos no pluviômetro da estação meteorológica da escola. O problema levanta o tema da sazonalidade da disponibilidade de água da chuva na região quando solicita um reservatório que tenha “uma capacidade máxima suficiente para prover a casa por um período de 30 dias, mesmo nos meses menos chuvosos”, claramente se referindo aos meses mais secos, como o mês de julho. A matemática presente na questão envolve o uso correto de instrumentos de medição, cálculo de volumes de prismas e conversão entre unidades possibilitando a aplicação de conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.

Explicitamente, a questão traz o enfoque da Educação Ambiental no sentido do uso racional e do aproveitamento da água das chuvas para tarefas domésticas nas quais é dispensável o uso de água tratada.

## Caso 2: Alunos Emanuele e Vitor (2º Ano).

*“De acordo com as características da água avaliadas em diferentes épocas do ano, julgue as afirmativas a seguir em Verdadeiras ou Falsas:*

	Out/08	Nov/08	Dez/08	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Ideal
pH	5,7	7,1	7,8	8,2	7,2	6,2	6 até 9
Oxigênio Dis. (mg/L)	5	6	8	7	7	6	>5
Cloretos (mg/L)	90	60	50	50	60	70	Até 250

*I – De acordo com o gráfico, os meses de novembro a dezembro tiveram os piores índices de pH.*

*II – Os meses de maio e outubro representaram as piores condições da água, épocas de início e fim das queimadas, que prejudicam a durabilidade da cisterna, quando construída.*

*III – O mês de dezembro refere-se ao melhor valor, dentro da condição ambiente de temperatura e pressão, que a água conseguiu reter o oxigênio livre, de acordo com a tabela.*

Os valores apresentados na tabela foram registrados pelos alunos ao longo do período da pesquisa, nas aulas de Química e Biologia, com a utilização do Ecolit. A tabela apresenta valores de conceitos muito ricos, em especial, para as duas disciplinas. Os valores de referência, tomados por ideal, foram retirados da Portaria nº 274/2004 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (para corpos d'água classe 2, que permite contato primário de banhistas).

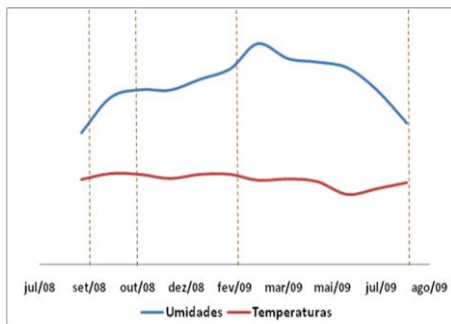
Percebe-se, pelas afirmações feitas, que o entendimento extrapolou as questões próprias das disciplinas e partiu para a reflexão sobre os fatores que podem ser os desencadeadores da variação nas qualidades da água ao longo do período. Quando são referidas “as piores condições da água, épocas de início e fim das queimadas”, os alunos sugerem o entendimento da complexidade dos sistemas naturais, sistemas abertos nos quais ocorrem trocas constantes entre os diversos sistemas envolvidos.

Por outro lado, percebe-se ainda que falta uma transição da



compreensão desses fenômenos, de determinísticos para não determinísticos, legitimada na relação causa e efeito.

Caso 3: Alunas Débora e Mariana (2º Ano).



*“A sensação de temperatura que o corpo humano sente é frequentemente afetada por vários fatores. O corpo humano é uma máquina térmica que constantemente libera energia e qualquer fator que interfira na taxa de perda de calor do corpo afeta sua sensação de temperatura. Além da temperatura do ar, outro fator significativo que controla o conforto térmico do corpo humano é a umidade relativa. Segundo o gráfico, em que mês as condições de conforto térmico estiveram mais elevadas?”.*

No texto elaborado pelos alunos, podemos verificar a percepção deles com relação à influência do clima na qualidade de vida da população, a partir da concepção de conforto térmico como uma situação dependente das variáveis climáticas, dentre elas a temperatura e a umidade do ar. Os alunos têm plena consciência da sua participação na constituição do clima do lugar, quando citam, no caso anterior, os impactos causados pelas queimadas urbanas, especialmente nos meses de agosto e setembro, na qualidade do ar desse espaço.

A discussão gerada no momento da apresentação da questão em pauta passou pelas responsabilidades de cada um em manter o ar “respirável” nessa época do ano, extrapolando para um futuro, no qual poderá ou não haver perspectivas de melhoria. Selecionou-se este caso por estar relacionado a propostas de melhoria da qualidade de vida e pela discussão que gerou, suscitando uma atitude responsável e ativa dos alunos.

Apesar do mérito de relacionar os dados climáticos com as condições de conforto térmico, as alunas generalizam, em função do clima da região, seco e quente, uma condição ideal como sendo de baixa temperatura e de elevada umidade do ar. De fato, em média para a região, tal generalização funciona; no entanto, zonas de conforto térmico são bastante subjetivas, dependentes também de outros fatores como vento, radiação solar e vestimentas.

Caso 4: Alunos Ana, Caíque e Saulo (1º Ano).

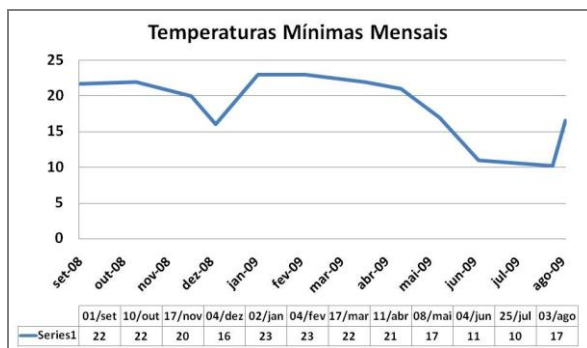
*“Com base em seus conhecimentos sobre temperatura e umidade, quais as implicações abaixo podem ser acarretadas pela baixa umidade?”*

- a) Câncer de pele*
- b) Efeito estufa*
- c) Rinite*
- d) Osteoporose*
- e) Buraco na camada de ozônio”*

Ainda com relação à influência do clima do lugar sobre a qualidade de vida da população, a questão levanta um problema enfrentado por toda a comunidade na época mais seca do ano. Nela, a cidade de Cuiabá registra índices de umidade relativa do ar inferiores a 30%, quando a escala de referência para o nível de umidade, produzida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), indica estado de alerta para estes registros e estado de emergência para números abaixo de 12%.

De maneira análoga ao caso anterior, a referida questão explora a teia de relações entre a FA e a saúde coletiva, estimulando discussões que novamente levam à responsabilidade de cada um na efetivação de um ambiente saudável.

## Caso 5: Alunos Juliane e Vanderson (2º Ano).



“Segue ao lado, o gráfico de temperaturas mínimas, nos meses de setembro de 2008 a agosto de 2009. Aponte neste uma mudança de temperatura incomum para o período. Qual a causa dessa mudança?”

- Nos meses de maio e agosto de 2009, que foi causada por uma forte frente fria.
- A mudança brusca foi causada nos últimos 4 meses, devido ao excesso de chuvas.
- A queda súbita de temperatura que ocorreu nos meses de novembro e de dezembro, devido à inversão térmica.
- A repentina queda da temperatura ocorreu nos meses de junho e julho, devido a um eclipse que ocorreu no ano de 2009”.

Na cidade de Cuiabá, temperaturas abaixo de 20 °C são raras, ocorrendo geralmente nos meses de maio a setembro, com a chegada de frentes frias polares. No entanto, durante a compilação dos dados, os alunos se depararam com uma anomalia de temperatura mínima, ocorrida em dezembro. A observação do cotidiano e a consequente identificação de regularidades, no presente caso com relação ao clima, associando a fenômenos para explicar situações excepcionais, permitiram aos alunos a percepção de tal anomalia.

Por outro lado, no momento da discussão as explicações em geral responsabilizaram as mudanças climáticas globais pela alteração da regularidade do clima. Provocados a pesquisarem nos jornais arquivados na escola, os alunos perceberam mais uma vez a dinâmica do clima quando se depararam com a explicação de que uma inversão térmica teria derrubado a temperatura naquele dia.

Discussões que envolvam o manejo de recursos naturais e os fenômenos ambientais e suas alterações requerem mais do que uma consciência ambiental ingênua: requerem a apropriação de um conhecimento científico elaborado e sistêmico, como a própria natureza.

## CONCLUSÕES

Apresentar a apreciação da natureza, nas suas rotinas e complexidades, é uma forma de garantir uma participação efetiva dos aprendizes naquilo que se pretende ensinar. A aprendizagem significativa passa essencialmente pela própria disposição do aprendiz em estabelecer relações substantivas e não-arbitrárias com o material que lhe está sendo apresentado.

Os resultados nos sugerem que os momentos de participação no projeto oportunizaram uma boa assimilação dos conceitos pertinentes à teoria, bem como uma estruturação conceitual coerente. Tal inferência é corroborada nos textos produzidos pelos alunos. O que foi apresentado nos faz acreditar que a proposta de ensino da FA, no contexto de um projeto de pesquisa sob um enfoque ausubeliano, pode se constituir em uma estratégia bastante eficiente na promoção da aprendizagem significativa.

O conceito de desenvolvimento sustentável tem apostado na educação ambiental, pesquisa e na tecnologia como aliadas do homem urbano na intervenção para a resolução de problemas como o uso da água ou a qualidade do ar nas grandes cidades. A realização do trabalho, além de permitir determinar a viabilidade da utilização de uma fonte alternativa de água em quantidade e qualidade, determinando o efeito de parâmetros ambientais na qualidade da mesma, e a percepção de toda uma comunidade a respeito desse tema foram fundamentais para despertar em toda a comunidade educativa novas percepções, resultando em igualmente novas atitudes para enfrentar os desafios atuais, como o crescimento urbano, a proteção e a recuperação de áreas de vegetação primária, ou o uso racional da água.

Programas de Educação Ambiental abordando a temática ambiental, pela afeição ao lugar e possibilidade de relação com o cotidiano podem envolver as pessoas e levá-las a interagirem e adotarem condutas compatíveis com o ambiente em que vivem.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. *Novas Maneiras de Ensinar, Novas Formas de Aprender*. Porto Alegre, RS, Editora Artmed, 2002.

AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. Rio de Janeiro, RJ, Editora Bertrand Brasil, 1983.

BRANCO, S. M. *Água: Origem, uso e preservação*. São Paulo, SP, Editora Moderna, 1993.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo, SP, Editora Paz e Terra, 1996.

MAITELLI, G. T. *Uma Abordagem Tridimensional do Clima Urbano em Área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá/MT*. Tese (Doutorado em Climatologia) – USP, São Paulo, SP, 1994.

MONTEIRO C. A. F. e MENDONÇA F. *Clima Urbano*. São Paulo, SP, Editora Contexto, 2003.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, 2005.

MOREIRA, M. A. e MASINI, E. F. S. *Aprendizagem Significativa, A Teoria de David Ausubel*. São Paulo, SP, Editora Moraes, 1982.

REIGOTA, M. *O Que É Educação Ambiental?* São Paulo, SP, Editora Brasiliense, 1994.

