

Ensino dos conceitos da classificação dos elementos para as Ciências Biológicas da UFBA, baseado no *Inquiry-Based Science Education (IBSE)*, como estratégia didática

Lúcia Marques¹ (PQ), Mônica Batista² (PQ), Helianildes Ferreira (PQ)³, Blandy Blanco⁴ (IC), Camila Sá⁵ (IC), Felipe A. Lopes⁶ (IC)

1. luciamarques.ufba@gmail.com; 2. mbaptista@ie.ul.pt; 3. helianildes@ufba.br; 4. blandy_076@hotmail.com; 5. milasb@hotmail.com; 6. felipealsoul@gmail.com

Palavras-Chave: Inquiry, 5E's, ensino universitário.

Esta investigação refere-se ao projeto para o curso de doutorado que está sendo realizado no Departamento de Didática do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, tendo como teoria educacional o construtivismo sócio interativo da aprendizagem. A pesquisa foi realizada no Brasil-UFBA, para alunos de Ciências Biológicas, em Complementos de Química III- QUI 030 (2015.2). Para implementar o ensino e a aprendizagem dos conceitos utilizamos como estratégia didática o *Inquiry-Based Science Education* ou "*inquiry*" e o modelo instrucional dos cinco E's, segundo as orientações da União Europeia para a Educação em Ciências. O objetivo do componente curricular é criar oportunidade para os alunos conhecerem e vivenciarem fatos que relacionem transformações químicas e processos biológicos. Investigamos a nossa prática para responder as questões: Quais as estratégias os alunos usaram para resolver a tarefa de investigação? E qual a opinião dos alunos sobre a estratégia didática?

INTRODUÇÃO

Como bacharéis em Química, mestres em Inorgânica, lecionamos muitos anos disciplinas no Departamento de Química Geral e Inorgânica da UFBA, seguindo a rotina que se iniciava com a revisão bibliográfica, elaboração do "ponto", exposição comentada e resolução de exercícios. A avaliação consistia da média aritmética da nota da prova escrita no caso das disciplinas com atividades práticas e a segunda nota geralmente era atribuída à elaboração do relatório. Sempre convivemos amorosamente com a docência, porém sentíamos falta do conhecimento pedagógico, de uma teoria educacional, de uma estratégia didática que direcionasse nossa prática. Com o surgimento no Instituto de Química do Núcleo de Pesquisa em Educação Química - NUPEQUI estudamos sobre o ensino de química, o que nos aproximou mais do conhecimento pedagógico ao iniciarmos o curso de doutorado no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Os estudos desta pesquisa usam como teoria educacional o construtivismo sócio interativo da aprendizagem, onde se considera que o conhecimento é construído pelos indivíduos a partir de suas interpretações das experiências e das inter-relações com outros (Carlson et al., 2003). Investigamos a nossa prática (Oliveira e Sezarrina, 2002), segundo uma metodologia qualitativa, usando como estratégia o *Inquiry-Based Science Education (IBSE)*, "*Inquiry*". Ensinamos aos alunos dos cursos de Ciências Biológicas da UFBA, segundo o modelo teórico dos cinco E's, para investigar quais as estratégias por eles usadas para resolver a tarefa de investigação? E qual é a opinião dos alunos sobre a estratégia didática?

A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, "*INQUIRY*" E A UNIÃO EUROPEIA

O "*Inquiry*" tem como princípio nossa curiosidade natural de desejar compreender melhor o mundo que nos cerca e a nós mesmos (Dewey, 1963). Como estratégia didática, a sua utilização intensificou-se a partir do *Inquiry and the national science education standards NRC(2000)*, e tem sido uma experiência bem sucedida no

ensino fundamental e secundário, como indica o PARSEL e o PROFILES, exemplos de projetos que envolveram mais de vinte países membros da união Europeia. A adoção do “*Inquiry*” tem como objetivo capacitar os professores para melhorar os níveis de alfabetização científica dos alunos. Assim como outras estratégias, o ensino por investigação busca superar a concepção pedagógica do ensino reprodutivista ao mesmo tempo em que rompe com as dicotomias entre o conhecimento específico e conhecimento pedagógico (Bybee, 2000). O “*Inquiry*” parte de uma tarefa de investigação que pode ser classificada em aberta ou fechada, guiada pelo aluno ou guiada pelo professor e não estruturada (Wellington, 2000). A figura 1 apresenta a classificação de uma tarefa de investigação.

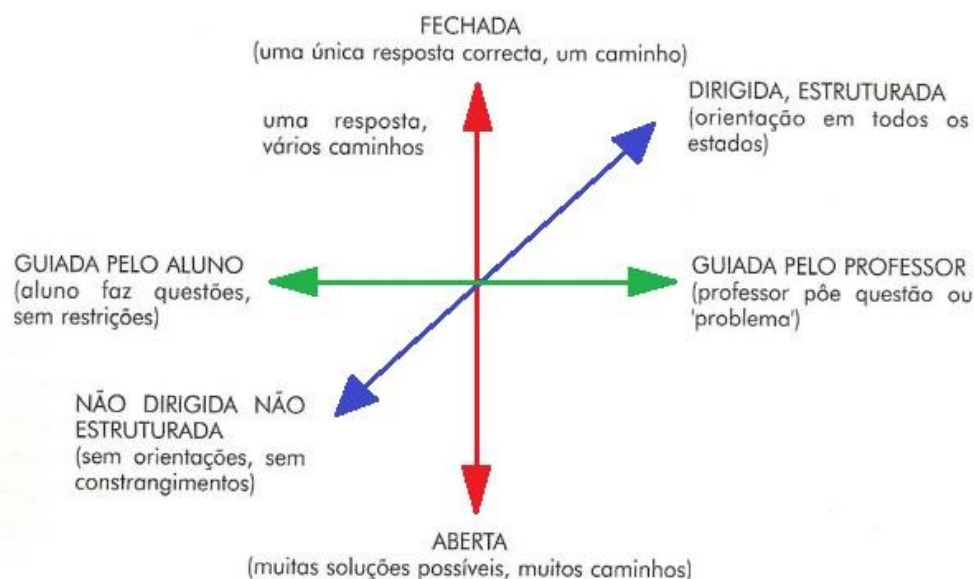


Figura 1: Classificação de uma tarefa de investigação (adaptado de Wellington, 2000)

A tarefa de investigação baseia-se no modelo teórico dos cinco E's: etapa 1- (*engage*) **motivar**. Desperta o interesse dos alunos para responder uma pergunta ou resolver um problema; etapa 2- (*explore*) **explorar**. As equipes elaboram uma questão de investigação e levantam hipóteses para respondê-la; etapa 3- (*explain*) **explicar**. As equipes respondem a questão de investigação, ou o problema, geralmente na forma de seminários, utilizando dados coletados nas experiências que realizam, utilizam vídeos, textos e suas respostas são socializadas com a turma, sendo arguidos e orientados pela professora, que sistematiza as definições dos conceitos e suas relações; etapa 4- (*elaborate*) **elaborar**. Os alunos utilizam as definições dos conceitos científicos que aprenderam, além das experiências das situações problematizadoras em vários contextos, através das diversas respostas para as questões de investigação formuladas pelas demais equipes, fazem generalizações e elaboram uma produção coletiva, por equipe ou individual; etapa 5- (*evaluate*) **avaliar**. Os alunos refletem sobre suas aprendizagens, sobre as dificuldades e como as superam (Bybee et. al, 2006). Segundo Bybee (1997), a figura 2.5 representa um esquema adaptado do modelo dos 5E's.

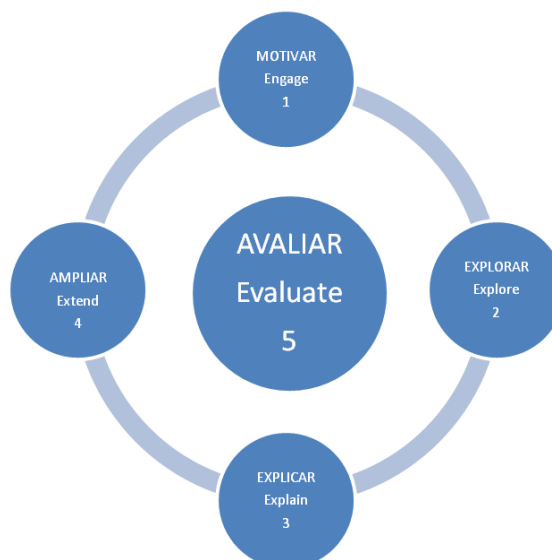


Figura 2: Modelo dos 5E's (adaptado de Bybee, 1997)

PROPOSTA DIDÁTICA

A elaboração de um contexto motivador foi cuidadosamente pensada. Procuramos relacionar o objetivo do componente curricular, o projeto pedagógico do curso buscando superar as concepções alternativas para os conceitos identificadas através das concepções prévias. As definições dos conceitos emergiram através dos seminários apresentados e dos textos produzidos que trazem ideias mais amplas e foram migrando finalmente para os conceitos específicos. No quadro 1 apresentamos a sequência dos conceitos e conhecimentos que fazem parte do programa do componente curricular Complemento de Química III - QUI 030 para o assunto classificação periódica dos elementos que foram ensinados ao longo da tarefa de investigação.


Quadro 1 - Programa do componente curricular - QUI 030 - Conceitos e conhecimentos

- 1.0 Classificação e estrutura da tabela moderna (períodos e grupos)
 - Propriedades físicas (Número atômico, número de massa, números quânticos).
- 2.0 Configuração eletrônica dos elementos (propriedades químicas nos grupos)
 - Propriedades químicas e a variação de reatividade dos elementos nos períodos;
 - Elementos representativos e de transição;
 - Metal, ametal ou semimetal.
- 3.0 Propriedades periódicas (blindagem, carga nuclear, carga nuclear efetiva)
 - Raio atômico, energia de ionização, afinidade eletrônica, propriedades oxidantes e propriedades redutoras.

OBJETIVO E NATUREZA DA TAREFA DE INVESTIGAÇÃO

O objetivo da tarefa de investigação é aumentar o interesse dos alunos para aprender significativamente as definições dos conceitos e suas conexões, criando oportunidade para que os estudantes das Ciências Biológicas conheçam e vivenciem os fatos que relacionem as transformações químicas e os processos biológicos. Também estão previstas pelo projeto pedagógico do curso, atitudes, valores e competências que são necessárias para propor as hipóteses, responder à questão e comunicá-la. Estes fatores foram levados em consideração para elaboração da tarefa de investigação, que segundo a nossa concepção pode ser classificada como aberta, guiada pelo professor, dirigida e não estruturada (Wellington, 2000). Quanto à natureza, esta tarefa trata da obtenção de uma resposta para uma questão de investigação, assim como para as questões norteadoras propostas pelos próprios alunos. No quadro 2 apresentamos a tarefa de investigação, que elaboramos para o ensino e foi denominada como a classificação dos elementos e a tabela periódica.

Quadro 2- Tarefa de investigação para o estudo da classificação dos elementos

	UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE QUÍMICA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA GERAL E INORGÂNICA COMPLEMENTO DE QUÍMICA III SEMESTRE: 2015.2 DATA..... PROFESSORA: Lúcia Marques
Tarefa de investigação: Classificação dos elementos e as Ciências Biológicas	
ETAPA 1- MOTIVAR	
1. Ler atentamente o texto elaborado pelo professor Eduardo Motta Alves Peixoto, que se refere ao elemento cloro, publicado em maio de 2003, no número 17, da revista Química Nova na Escola.	
ETAPA 2- ENVOLVER	
2. Formular questões relativas ao texto ou a classificação dos elementos como um todo que possam esclarecer dúvidas ou aprofundar alguma ideia que tenha despertado curiosidade na equipe relacionando as transformações químicas e as Ciências Biológicas. As equipes são livres, porém devem lembrar que a questão de investigação deve ser direcionada pelos conceitos científicos sobre classificação dos elementos presentes no programa do componente curricular.	
ETAPA 3- EXPLICAR	
3. Apresentar a leitura comentada de um texto que responda à hipótese elaborada pela equipe para responder à questão de investigação e as norteadoras, formulada pela equipe. Um aluno será o relator e todos os componentes participarão das discussões.	
ETAPA 4- ELABORAR	
4. Produzir por equipe e enviar por meio digital o texto apresentado pelo relator, após a discussão. O texto revisado será compartilhado por toda a turma.	
ETAPA 5- AVALIAR	
5. Refletir individualmente sobre:	
a) as definições dos conceitos que você aprendeu sobre a classificação dos elementos com a realização da tarefa de investigação.	
b) as estratégias que você utilizou para resolver a tarefa de investigação.	
c) a estratégia didática como um todo.	

IMPLEMENTAÇÃO DA TAREFA E DESCRIÇÃO DAS AULAS

Dois questionários abertos detectaram as concepções prévias e guiaram a planificação: o primeiro tratava da importância dos elementos para as Ciências Biológicas e o segundo sobre as definições dos conceitos. Na etapa **motivar** utilizamos como problematização um texto de química inorgânica sobre o elemento cloro, rico em informações, em seguida realizamos de forma demonstrativa duas atividades experimentais sobre propriedades oxidantes e redutoras, as quais contaram com o apoio de um aluno da turma. Para Baptista e Freire (2013), a motivação deve ser fruto de um bom arranque. Na etapa **explorar** as sete equipes realizaram a leitura e a discussão do texto, sobre o elemento cloro em sala de aula e utilizando os celulares e alguns computadores propuseram uma questão de investigação e as questões norteadoras. Discutiram em equipe, fizeram previsões, levantaram hipóteses e planejaram os experimentos. Neste momento a professora moderadora, visitava as equipes ponderando, sugerindo e sobretudo, escutando. Cada equipe elaborou uma questão de investigação totalizando sete questões para toda a turma, além das questões norteadoras. No quadro 3 apresentamos o modelo dos cinco E's para a tarefa de investigação.

Quadro 3: Modelo dos Cinco E's para tarefa de Investigação

Modelo dos Cinco E's	Indicações para o aluno na Tarefa
Motivar 17/02/2016	* Ler o texto sobre o elemento cloro e refletir em equipe; * Por que o sódio é um metal redutor enquanto o cloro é um gás oxidante? (Atividade experimental); * Por que a vitamina C é um agente antioxidante? (Atividade experimental);
Explorar 19/02/2016	* Propor uma questão de investigação e questões norteadoras; * Levantar hipóteses, planificar experimentos, realizar e coletar dados;
Explicar 24 - 26/02/2016	* Responder a questão de investigação (leitura do texto da equipe); * Definir conceitos e estabelecer conexões entre eles; * Sistematizar o conhecimento (participação da professora);
Elaborar 26/02 a 04/03/2016	* Produzir texto definitivo por equipe; * Enviar por meio digital para a professora; * Compartilhar com toda a turma;
Avaliar 16/03/2016	* Refletir sobre: a) as suas aprendizagens; b) como responderam à questão de investigação; c) o que acharam da tarefa de investigação.

A tarefa de investigação motiva o envolvimento ativo dos alunos na elaboração de hipóteses, na planificação, na realização das atividades experimentais e nos métodos de investigação podendo encontrar uma ou mais soluções para o problema em estudo (Hofstein et al., 2001). Na etapa **explicar** as equipes executaram as experiências que planejaram, coletaram dados e responderam a questão de investigação apresentando um texto comentado pelo relator da equipe. Após a apresentação da leitura comentada do texto foram realizados questionamentos e correções com o esclarecimento de dúvidas sobre as definições dos conceitos que emergiram, assim, os conceitos e conhecimentos foram sistematizados. Foram formuladas questões para o relator e em seguida para os demais componentes da equipe. Nos intervalos das apresentações da etapa **Explicar** escolhemos entre as

referências bibliográficas um dos capítulos sobre a classificação dos elementos com resolução de exercícios e discussão do que estava sendo estudado em cada item e subitens, incentivando e estimulando constantemente os alunos aos estudos.

Ao final da etapa **explicar**, foi enviado eletronicamente para os alunos, as definições dos conceitos da classificação dos elementos, pois as concepções prévias revelaram que os alunos precisavam construir e reconstruir estes conceitos. As definições dos conceitos ajudaram a generalizar o que aprendiam com as situações problematizadoras. Embora os elementos químicos sejam diferentes, o foco das apresentações foi o estudo da classificação direcionado pelo programa do componente curricular para este assunto.

Na etapa **elaborar**, cada equipe produziu o texto definitivo que contemplou as correções que surgiram na etapa **explicar**, o qual foi compartilhado com a professora e com os colegas e enviado posteriormente por meio eletrônico para a professora. No quadro 4, apresentamos as questões de investigação propostas pelas equipes na etapa **explorar** e que foram respondidas na etapa **explicar**.

Quadro 4 - Questões de investigação propostas pelas equipes

ELEMENTO	QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO E QUESTÕES NORTEADORAS
Oxigênio	*Quais as propriedades químicas e físicas do oxigênio que explica suas aplicações?
Zinco	*Como as características físicas e químicas do zinco explicam sua função em organismos vivos?
Iodo	*Como o iodo é utilizado para investigar o amadurecimento de frutas?
Magnésio	*Qual a importância do magnésio na fisiologia humana?
Mercúrio	*O que confere a toxicidade do mercúrio?
Sódio	*Qual o papel biológico do sódio no equilíbrio hídrico de mamíferos?
Ferro	*Como age o ferro no citocromo C, na cadeia transportadora de elétrons?

Na etapa avaliar os alunos refletiram sobre suas aprendizagens, as estratégias que recorreram para responder a questão de investigação e sobre o que eles pensam sobre a estratégia. A avaliação qualitativa dos alunos aconteceu de forma contínua e sistemática, ao longo do processo pedagógico de ensino-aprendizagem. Como função reguladora esta etapa forneceu informações para toda a planificação e para o acompanhamento e crescimento de cada aluno, priorizando-se as dificuldades (Oliveira, 1999). Para esta tarefa específica, a produção do texto digitado foi avaliado quantitativamente com uma nota de zero a dez, porém ao longo do semestre, as demais tarefas de investigação foram avaliadas através de outras atividades como: apresentações de seminários individuais e em equipes, produções de textos manuscritos individuais e em equipe e verificações individuais escritas com ou sem consulta.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O principal objetivo da tarefa de investigação é promover a aprendizagem dos conceitos científicos e desenvolvimento de competências segundo a ementa do

componente curricular. Foi realizado um estudo qualitativo, segundo uma orientação interpretativa que nos permitiu compreender como os alunos constroem significados (Erickson,1986). A investigação da prática no ensino universitário tem aumentado nas últimas décadas refletindo em abordagens e estratégias mais cuidadosas (Oliveira & Serrazina, 2002). Recomenda-se a metodologia qualitativa para os estudos de casos envolvendo a investigação da própria prática (Lessard-Hébert, et al.,2005). O ensino foi ministrado para os alunos de licenciatura e bacharelado em Ciências Biológicas, da UFBA no componente curricular complemento de Química III-QUI030 (2015.2). Participaram da investigação, vinte e oito alunos, distribuídos em sete equipes, em média com quatro alunos.

ANÁLISE DE DADOS E CARACTERÍSTICAS

Os instrumentos de coleta utilizados foram as entrevistas semi estruturadas individuais e em grupo focado, seminários e os documentos escritos como questionários abertos, textos produzidos em equipe, programa do componente curricular, projeto pedagógico do curso e a observação naturalista (diário de bordo contendo as notas de campo e registro áudio visual). A análise dos dados baseada em um **método indutivo de questionamento e comparação** resultou nas categorias e subcategorias associadas a cada uma das questões de investigação que orientam este trabalho (Bardin, 2004). Os dados foram triangulados para aumentar a confiabilidade. No quadro 5, apresentamos as categorias para as questões de investigação.

Quadro 5 – Categorias para as questões de investigação

QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO	CATEGORIAS
Q1-Quais as estratégias que os alunos recorrem para responder à questão de investigação?	1. Pesquisar 2. Discutir em equipe 3. Formular a questão de investigação 4. Realizar experimentos
Q2 - Qual é a opinião dos alunos sobre a estratégia didática?	1. Preferência 2. Participação no trabalho 3. Tipo de aula 4. Aprendizagem

RESULTADOS

Para a Questão de Investigação 1, Quais as estratégias que os alunos recorrem para responder à questão de investigação? Sugerimos quatro categorias: 1- Pesquisar, 2- Discutirem equipe, 3- Formular a questão de investigação e 4- Realizar experimentos. Para a categoria 1-Pesquisar, a aluna 6d, no questionário destaca como ponto positivo “[...] a *exploração do conteúdo sobre sódio no site química Nova na Escola*”. Esta mesma aluna reconhece a importância da pesquisa, pois ao responder o que você mudaria se voltasse a realizar a tarefa de investigação? Ela responde: “*pesquisaria o conteúdo de forma mais aprofundada.*” Enquanto percorríamos as equipes, observávamos que os alunos recorriam à pesquisa de informação na internet, usando os seus celulares (notas de campo da professora, 19/02/2016). Na transcrição das gravações da aula de 17/02/2016, incentivamos os alunos à pesquisa: “[...] a revista *Química Nova na Escola* tem um texto semelhante a esse para outros elementos

[...]. Quanto à categoria 2- Discutir em Equipe, o aluno respondeu no questionário: “a falta de tempo para conseguir se reunir para debater sobre o assunto. Tivemos dificuldade em ter um momento de reunião com todos. Conseguimos fazer um grupo em uma rede social para que todos os integrantes pudessem contribuir.” O aluno 7a respondeu no questionário: “A comunicação com todos os colegas do grupo, pois nem todos tinham tempo para o encontro do grupo. Superamos essa dificuldade principal nos conectando via internet.” O aluno 7b, no questionário “Não senti o grupo entrosado. Acredito que isso aconteceu, pois nem todos os integrantes se conheciam. Houve alguns problemas de comunicação entre os mesmos e então algumas etapas do seminário foram divididas e, para um trabalho em grupo não vejo como o melhor. Para superar esses problemas a equipe conversou a respeito e aumentou o contato.”. A aluna 6d, escreveu no questionário “ficamos reduzidos a conversação por e-mail a partir da noite, porque todos tinham aula e trabalho durante a manhã e tarde.” Desta forma, constatamos que foi através da comunicação dentro da equipe que os alunos conseguiram se organizar para propor uma questão de investigação, as hipóteses, realizar os experimentos e responderem a questão através do seminário final. As notas de campo realizadas em 19/02/16 registram que as equipes discutiam entre si, cada componente apresentava uma sugestão de como trabalhar com um elemento, suas propriedades químicas e biológicas. Na transcrição das gravações da aula de 17/02/2016, o componente da equipe argumenta: “[...] mostrar porque o mercúrio é um metal no estado líquido,” professora “ver também os malefícios em termos biológicos, não é isso?”. Quanto a categoria 3- Formular a Questão de Investigação, o aluno 3e, escreveu no questionário: “chegar a um consenso sobre a pergunta de investigação e como estruturar a apresentação, mas a conversa e o debate entre os membros da equipe foram suficientes para resolver.” As notas de campo de 17/02/2016 registram que visitamos cada equipe, fazendo as seguintes perguntas: “Já definiram o elemento que irão trabalhar? Já pensaram na questão de investigação?”. Na transcrição da aula de 17/02/2016, a componente da equipe fala: “agente entendeu que a partir de agora vamos ter que escolher alguns elementos da tabela para fazer algo em torno disso.”, professora: “Não precisa ser alguns, por exemplo: aquela equipe escolheu mercúrio, a outra está pretendendo trabalhar com outra temática, envolvendo outro elemento químico”. Quanto à categoria 4- Realizar Experimento, o aluno 3c destaca no questionário: “A equipe como um todo buscou uma forma de trazer um experimento para exemplificar e esclarecer, auxiliar o entendimento do texto.” A aluna 6c, ao responder o questionário na pergunta do que considera mais positivo durante a realização da aula, destaca como ponto positivo: “Os experimentos. A aula se tornou mais dinâmica.”. As notas de campo das aulas dos dias 17 e 19/02/2016 registram o incentivo para a realização de experimentos, como também a disponibilização de horários extra classe para analisar os roteiros propostos, a disponibilidade de materiais e reagentes, testar o experimento, além da sua viabilidade. Na transcrição da gravação da aula de 19/02/2016, o relator de uma equipe comentou: “[...] eu trouxe inclusive uma amostra de uma planta com deficiência de zinco, a folha nova já apresenta essa coloração aqui na pontinha, meio seca, amarelada.” Professora: [...] uma experiência simples e ilustrativa.

Para a Questão de Investigação 2, Qual é a opinião dos alunos sobre a estratégia didática? Sugerimos quatro categorias: 1- Preferência, 2- Participação no Trabalho, 3- Tipo de Aula e 4- Aprendizagem. Quanto à categoria 1- Preferência: O aluno 6b, escreve no questionário: “A troca de informações e a construção de um conhecimento compartilhado”, O aluno 6c, destaca no questionário: “A contextualização da química com a biologia e o metabolismo humano.”, o aluno 5b comenta no questionário: “troca

de conhecimento dentro do grupo é muito bom.” As notas de campo de 26/02/2016 demonstram que os alunos tinham maior dificuldade na etapa **Elaborar**, que consiste na produção de um texto. Para a categoria 2- Participação no Trabalho, o aluno 4b escreveu no questionário: *“com isso há troca de experiências e troca de dúvidas com possíveis soluções de repostas.* As notas de campo de 16/03/2016, que os alunos distribuíaam entre si várias funções para concluir a atividade. Na transcrição da gravação de 17/02/2016, comentamos *“[...] aquela outra equipe que trabalhou com a densidade dos plásticos, duas componentes foram no laboratório no dia anterior e testaram a experiência”*, demonstrando a divisão das tarefas na equipe. Quanto à categoria 3- Tipo de Aula, a aluna 5a perguntou: *“A senhora não vai dar aula?”*(notas de campo da professora 17/02/2016). *“[...] eu curso licenciatura aqui na UFBA e temos aprendido sobre todas às estratégias e acho que tem que haver um pouco de tudo.”* A aluna 3d, mencionou no questionário: *“a quantidade pequena de exercícios”*, esta mesma aluna menciona como ponto positivo: *“as aulas explanatórias[...]”* Embora o professor no *“Inquiry”* seja facilitador e dinamizador do conhecimento o seu papel de conduzir o aluno á aprendizagem não pode ser negligenciado, como menciona o aluno 5b no questionário quando perguntado como superou suas dificuldades, ele responde: *“com a ajuda do grupo e da professora”*. Também observamos a resposta do aluno 6c para essa mesma pergunta: *“conversando com a professora [...]”*. Os posicionamentos dos alunos demonstram que eles sentem faltam de aulas expositivas. A transcrição da gravação da aula de 19/02/2016 mostra a postura do professor supervisor e dinamizador dialogando com uma equipe, permitindo que os alunos definam o caminho, adquiram a liberdade para pesquisar, investigar, experimentar, cometer erros e acertos, assim como, para apresentar e discutir as suas respostas, na fala: *“[...] a equipe pensou em uma questão na questão de investigação, pensou nas questões norteadoras, não foi isso? Como foi feita a produção desse texto? Como vocês se organizaram para produzir o texto que o relator leu?”*. Quanto a categoria 4- Aprendizagem, a nossa principal função foi orientar a aprendizagem dos alunos. O aluno 4b menciona no questionário: *“realizar uma tarefa de investigação é sempre bom, pois nos estimula ao conhecimento.”* Este mesmo aluno escreveu: *“com a tarefa de investigação 2 pude relembrar conceitos que vi há muito tempo, como raio atômico, energia de ionização, afinidade eletrônica, propriedades redutoras e oxidantes dos elementos presentes na tabela periódica.”*A aluna 1b escreveu: *“classificação periódicas dos elementos, para que eles servem, no que podem ser usado”*. Outra aluna escreveu *“[...] conhecer a aplicabilidade, onde encontrar e como atuam os elementos nos sistemas vivos como organismos e ecossistemas.”* A aluna 6c destaca no questionário, que com relação a aprendizagem: *“principalmente a leitura da tabela, sem fazer o diagrama de Linus Pauling.”* A aluna 7d, no questionário destaca: *“aprendi a importância que cada um dos elementos tem no nosso cotidiano e em nós mesmo, e os conceitos foram de organização dos elementos dentro da tabela, o caráter metálico, propriedades oxidantes e redutoras, afinidade eletrônica e energia de ionização.”*As notas de campo da etapa **Explicar** registram que os alunos definiram os conceitos necessários para compreender e explicar os fenômenos biológicos que aconteciam em relação ao elemento que estudaram. Na transcrição da gravação da aula de 19/02/2016, observamos o relato da equipe: *“o leite de magnésio e outros antiácidos são empregados na medicina [...] reage com o ácido clorídrico presente no estômago neutralizando o pH, evitando possível desconforto.”*. Em outro trecho da transcrição de 19/02/2016, vemos o diálogo: Professora: *“as ideias que vocês trazem são bem diferentes das aulas de classificação periódica que normalmente é ministrado; começava falando sobre os grupo, elementos, família, mas aqui fica bem diferente [...] em Minas Gerais, a lama tinha alto teor de*

mercúrio, então a equipe trouxe as características que respondem a questão de investigação, porque ele é tóxico, bem interessante, não é? Qual o seu comportamento químico que vai justificar essa toxicidade?

As equipes escolheram elementos diferentes para responder as suas questões de investigação possibilitando recorrer aos conceitos científicos em diferentes contextos. Durante as apresentações foram formuladas diversas perguntas aos estudantes que para respondê-las precisaram reelaborar os conceitos científicos relativos à classificação dos elementos que aprenderam e suas conexões, criando oportunidade para que as respostas fossem socializadas e cooperativamente respondidas e compreendidas. As respostas foram complementadas com as definições dos conceitos, quando necessário eram ajudados nas conexões cabíveis. Na transcrição da aula de 19/02/2016 surgiram dúvidas quando a aluna 4b pergunta: “*A senhora pode falar rapidamente do conceito de oxidante e redutor?*” Encontramos na etapa **explicar** a oportunidade de ensinar sistematizando o conhecimento e despertando a curiosidade do aluno, levando-os a encontrar as respostas para suas questões através do aprendizado. Como exemplo, transcrevemos o diálogo que ocorreu durante a apresentação do seminário pelo relator da equipe que elaborou a questão de investigação sobre o elemento magnésio na aula do dia 19/02/2016: Professora: “*Sobre a abundância do magnésio na crosta terrestre e algumas propriedades eu acho que ficou um pouquinho mais extenso em relação à questão de investigação, leia a questão de investigação mais uma vez.*” Relator da equipe: “*Como o magnésio atua no pH do estômago?*” Quanto ao conhecimento sendo compartilhado (Bybee, 2006), observamos essa percepção pelo aluno 8a, quando escreve no questionário: “*Um segundo ponto pode ter sido o próprio conteúdo absorvido tanto nas pesquisas do grupo, quanto na de outros grupos,...*” demonstrando que o aluno conseguiu identificar os conceitos que emergem e que se esperava que emergissem ao final da tarefa, de acordo com o programa do componente curricular Complemento de Química III - QUI 030 (quadro 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto às estratégias que os alunos recorreram para desenvolver a tarefa de investigação, observamos que o “*Inquiry*”, possibilitou aos alunos responderem à questão de investigação, interpretando os fenômenos biológicos, e recorrendo a reconstrução ou construção das definições dos conceitos, criando conexões. Assim, os alunos encontraram estratégias para responder a questão de investigação, superando as dificuldades. Sobre a opinião dos alunos quanto à estratégia didática, embora inicialmente tenham resistido ao tipo de aula e ao trabalho cooperativo constante, de um modo geral, mesmo com dificuldades se adaptaram à estratégia. Alguns aspectos, porém, precisaram ser equacionados para ensinar utilizando prioritariamente tarefas de investigação ao longo do semestre, como discutiremos a seguir: 1- O tipo de aula. É preciso conversar com os alunos, explicar detalhes da estratégia, pois como esta substitui a exposição contínua que normalmente acontece nas aulas tradicionais, o aluno passa a ser o foco das suas próprias aprendizagens, isso os incomoda e deixa-os inseguros; 2- Incentivo ao estudo. É necessário incentivar constantemente a leitura individual ou em grupos, sobre o assunto que a tarefa de investigação aborda, destacando os itens que devem ser estudados, pois sem as aulas expositivas contínuas a insegurança por parte do aluno é grande; 3- Adequar o número de tarefas. Planificar as tarefas exige dedicação e criatividade para dosar os assuntos, a carga

horária total para a tarefa, a carga horária para cada etapa, recorrendo ao trabalho de etapas em paralelo, se necessário; 4- Ensinar os conceitos científicos do programa. Não podemos deixar acontecer o esvaziamento do ensino dos conceitos e suas conexões inserindo-os principalmente na etapa explicar; 5- Avaliação. Avaliar a tarefa de investigação não é fácil, que fatores priorizar? (Oliveira e Serrazina, 2002). Os alunos estão completamente condicionados com a avaliação classificatória (Silva e Moradillo, 2007), e ficaram temerosos diante do sistema de avaliação da UFBA, que exige nota igual ou superior a cinco para aprovação. Além da avaliação processual, atribuímos para todas as atividades uma nota de zero a dez e convidamos as equipes para participarem das atribuições das suas próprias notas.

Foi um desafio o usar o *"inquiry"*, primeiro porque estávamos muito habituados a ministrar aulas expositivas, as que utilizamos por tantos anos. Na estratégia didática adotada o papel do professor é a de um facilitador do conhecimento e não um expositor contínuo de aulas, segundo porque estávamos preocupados em ensinar os conceitos científicos, em cumprir o programa, em experimentar a estratégia e em avaliar os alunos com notas. Para os alunos houve dificuldade em se adaptar a estratégia, o que provocou várias reivindicações por parte dos mesmos. Após várias discussões em sala, finalmente conseguimos trabalhar com mais tranquilidade, pois os alunos se tornaram mais receptivos, venceram a desconfiança e não desistiram, superando dessa forma, os desafios. Gradativamente participaram mais prazerosamente das aulas, os debates tornaram-se menos inflamados e os questionamentos foram cessando, pois sabíamos o quanto esta experiência seria enriquecedora para todos nós. Como professores nós desejávamos arremessá-los como um arco para locais distantes e mais altos e eles finalmente se permitiram ser como uma flecha em minhas mãos.

O conhecimento científico articulado com o pedagógico aumentou as possibilidades de ensinar. Lembro-me que ao término de uma aula, enquanto caminhávamos em direção a nossa sala constatávamos: como funciona bem esta estratégia. Enfim, nos sentimos mais completos como professores, após trinta e nove anos de sala de aula, ficamos felizes em ensinar, orientados por uma teoria educacional, utilizando uma estratégia didática, um modelo instrucional e investigar a nossa própria prática. O *"Inquiry"* abre campo para a utilização do ensino por investigação nos cursos universitários de química.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela realização do curso de doutoramento, aos monitores voluntários que trabalharam com amor e competência, a Norma Sueli que registrou e transcreveu as aulas e aos alunos do curso de Ciências Biológicas que participaram da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2004.

BAPTISTA, M; FREIRE, A. **Teaching Science Learning for sustainability**. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.

BYBEE, R., et al. **The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness and applications**. Colorado Springs, CO: BSCS. 2006.

BYBEE, R. W. In: Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education. **Scientific inquiry and science teaching**. Dordrecht: Springer. 2006

_____. In: Inquiring into inquiry learning and teaching in science. **Teaching Science as Inquiry**. Washington, 2000. p. 20-46.

_____. **Achieving scientific literacy**. From purposes to practices. Portsmouth, NH: Teachers College Press, 1997.

CARLSON, L., HUMPHREY, G., & REINHARDT, K. **Weaving science inquiry and continuous assessment**. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2003.

DEWEY, J. **Experience and education**. London: Collier Books, 1963.

ERICKSON, F. In: Handbook of research on teaching. **Qualitative methods in research on teaching**. New York, NY: Macmillan, 1986.

HOFSTEIN, A.; LEVY, T.; SHORE, R. **Assessment of the learning environment of inquiry-type laboratories in high school chemistry**. Learning Environments Research, 4, p. 193-207, 2001.

LESSARD-HÉBERT, M.; GOYETTE, G.; BOUTIN, G. **Investigação qualitativa: fundamentos e práticas**. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

SILVA, J. L. P. B.; MORADILLO, E. F. **Avaliação, Ensino e Aprendizagem de Ciências**. Belo Horizonte: Revista Ensaio, v.4, n.1, 2002.

OLIVEIRA, D. P.R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 14.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

OLIVEIRA, I., SERRAZINA, L. In: Refletir e investigar sobre a prática profissional. GTI Org. **A reflexão e o professor como investigador**. Lisboa: APM, 2002.

WELLINGTON, J. **Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches**. London and New York: Routledge, 2000.