

A IMAGINAÇÃO CIENTÍFICA:

ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

SOB A PERSPECTIVA DA CRIAÇÃO SUBJETIVA.

Gurgel, Ivã^a [gurgel@fe.usp.br]
Pietrocola, Maurício^b [mpietro@usp.br]

^a Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP.

^b Faculdade de Educação - USP

RESUMO:

O objetivo deste trabalho é fazer uma discussão epistemológica sobre a idéia de construção do conhecimento. Mostraremos como o conhecimento científico é fundado em uma base lógico racional e discutiremos a possibilidade de relacioná-lo ao mundo empírico onde os fenômenos a serem explicados ocorrem. Através da obra de Einstein, buscaremos mostrar o papel da imaginação neste processo, discutindo a insuficiência de determinadas concepções acerca da construção do conhecimento utilizadas no discurso educacional.

1 - O ENSINO DE CIÊNCIAS E A IMAGINAÇÃO:

Como professores, sempre nos indagamos sobre a falta de eficiência de nossas aulas, principalmente quando percebemos que ao final de um curso ou ao final de um tema abordado nele, pouco conhecimento foi adquirido pelos alunos e principalmente o aspecto artificial de suas explicações ao se referirem a algum fenômeno do mundo. Percebemos que os conceitos aprendidos, ou melhor, os conceitos não aprendidos, têm pouco significado para o aluno. Esses conceitos quase nunca se relacionam com mundo que ele vive e o aluno raramente consegue aplicá-lo em situações intrigantes. Com isso, geramos um ensino não apenas ineficiente, mas principalmente inadequado para qualquer indivíduo, pois as principais habilidades a serem desenvolvidas para formá-lo com a capacidade de viver e se relacionar melhor com o meio ficam longe de serem possíveis.

Novas formas de ensino são discutidas há alguns anos, em geral, se baseando no *movimento construtivista* (Bastos, 1998). Do desenvolvimento de estratégias de ensino com base na idéia de construção de conhecimento, enfocando a importância das problematizações (caráter investigativo) e dos conflitos cognitivos (resolução de

anomalias), obteve-se importantes resultados (Carvalho et al, 1999; Gircoreano e Pacca, 2001), principalmente na capacidade de fazer os alunos perceberem a presença de diversas entidades físicas presentes nos fenômenos naturais. No entanto, novos problemas passaram a ser notados. Os objetivos em educação não se limitam mais em fazer o aluno entender determinado fenômeno com os conceitos científicos adequados, pois ele não consegue ser capaz de generalizar essas explicações para outras situações. O ensino dado é insuficiente para que o aluno operacionalize os conceitos, capacitando-o a interpretar o mundo de uma forma nova. Eles chegam a compreender uma situação determinada, apresentada no contexto escolar, mas raramente são capazes de ter autonomia suficiente para explicar e refletir sobre o mundo através de elementos do conhecimento científico (Custódio, 2002). Isso se agrava quando lembramos que o mundo que o aluno vive é muito diferente do mundo “científico” que ele vivencia em sala de aula, em geral, caracterizado por condições ideais.

A presença destas e de outras questões fez com que diversas críticas tenham sido feitas sobre as premissas utilizadas pelos construtivistas (Bastos, 1998; Matthews, 2000; Pietrocola, 1999). Entre as críticas, destacamos o argumento de Matthews (2000) sobre a falta de uma reflexão epistemológica nas propostas de muitos construtivistas.

“De certa feita, quando questionei um proeminente construtivista sobre questões epistemológicas, ele disse: “os construtivistas não estão realmente preocupados com isto, eles querem um ensino mais efetivo” (...) Os aspectos semânticos/psicológicos e epistemológicos são freqüentemente, e erroneamente, fundidos. Porém, explicar como idéias significativas são geradas, como conceitos são formados, ou como teorias são aprendidas, não significa explicar a exatidão das idéias, dos conceitos ou das teorias. Uma teoria da aprendizagem não é epistemologia: os mecanismos pelo quais se aprende o senso e o contra-senso são os mesmos.” (Matthews, 2000).

Não pretendemos considerar que a posição apresentada anteriormente é hegemônica na meio educacional, mas apenas apontamos que um aprofundamento nas reflexões acerca dos fundamentos do conhecimento científico podem nos auxiliar quando pensamos na aprendizagem em sala de aula.

Freqüentemente argumentamos sobre a importância de uma aprendizagem adequada dos significados dos conceitos científicos. Argumentamos que uma aprendizagem em que o aluno internalize estes significados o levaria a poder operacionalizá-los de forma adequada. Temos o costume de pensar a aprendizagem de conceitos científicos como se esses fossem substantivos concretos, e temos a tendência de imaginar que o aluno deva se referir aos conceitos científicos com a mesma habilidade com que nos referimos aos objetivos materiais do cotidiano. Contudo, não nos perguntamos se muitos conceitos científicos admitem esse tipo de significação. O que observamos é que os conceitos científicos não possuem uma definição concreta, que o reduza a proposições observáveis, tornando fácil a construção da sua significação, através da capacidade de identificação em diversas

situações. Os conceitos são categorias que não são reduzíveis logicamente à realidade. A mediação entre o mundo dos conceitos e o mundo dos sentidos é mediada por elementos subjetivos, como a intuição (Einstein, 1956, Holton, 1979).

A definição científica de um conceito dá-se em sua relação lógica com a estrutura teórica que o contém (Pietrocola, 2003; Robilotta, 1988, Bunge, 1974). Constantemente definimos energia através da capacidade de gerar trabalho, ou definimos força como o produto da massa pela aceleração. Podemos perceber que recaímos em definições circulares, pois somente definimos um conceito em função da sua relação com outros, relação que é delimitada pela estrutura da teoria na qual os conceitos estão inseridos (Bunge, 1974). A racionalidade científica, com base na matemática, é uma forma refinada de estabelecermos essa cadeia de relações.

A vinculação do significado racional de um conceito com significados atribuídos ao mundo real é feita através de elementos intuitivos. Devemos interpretar a estrutura racional e vincular nossa interpretação à nossa forma de “ver” o mundo.

“Ir além do formalismo, no ensino de física, é importante porque é isso que estabelece uma relação rica entre o mundo dos símbolos e um mundo formado por coisas. (...) Existe um problema sério associado à transcendência do formalismo, qual seja, o de que ela envolve necessariamente a interpretação de resultados matemáticos. (...) Interpretações, em geral, envolvem julgamentos subjetivos por parte de quem as faz e, por isso, não são únicas.” (Robilotta, 1985).

Este problema pode ser parcialmente reduzido quando pensamos na atividade científica. As questões que são tratadas no contexto científico são restritas. O mundo do cientista, isto é, o contexto de questões que ele trata, está fortemente vinculado ao mundo teórico que ele elabora. Nesse sentido, Thomas Kuhn descreveu o ensino de ciência (para formação de cientistas) como um treinamento de resolução de problemas padrões, problemas determinados pelo próprio paradigma. Esses problemas, chamados de exemplares, devem ser capazes de resolver os problemas delimitados pela matriz disciplinar, que reduz todos os problemas a problemas exemplares (Kuhn, 1992, Osterman, 1996; Zylbersztajn, 1998). Com isso, a questão da falta de vinculação lógica entre o mundo sensível e o mundo teórico estava resolvida. A vinculação é determinada pelo paradigma.

Contudo, no ensino não somos treinados para atuar com um paradigma determinado, nem deveríamos ser, pois em nossa vida não estaremos lidando com problemas de uma matriz disciplinar. Na vida o mundo se apresenta de outra forma. Não é improvável que o aluno somente adote determinado “paradigma” em uma situação determinada de ensino, voltando a utilizar suas concepções espontâneas em outros momentos. A construção de conceitos em ambientes de ensino tem sucesso por estarem em contextos muito bem determinados pelo professor, em que há facilidade de vincularmos o

conceito com o fenômeno a ser explicado. Isso torna necessária uma nova discussão sobre a dinâmica de construção de conceitos e explicações no âmbito científico. Em particular, cabe questionar se não residiria na dimensão subjetiva da construção conceitual o grande enigma da adequação de nossas representações ao mundo percebido. Pois se houve grande esforço da pesquisa em entender o papel da lógica na produção de conhecimento, ainda há muito a se investigar sobre as formas como nossa mente formula idéias que aparentemente tem muito pouca relação com aquilo que os sentidos captam. Átomos, campos, genes, simetrias são idéias que não podem ser remetidas ao ato de perceber. Em geral estão vinculadas a formas particulares de interpretar os objetos do mundo, demonstrando uma dimensão construtiva com certa independência do pensamento em relação ao mundo. Passaremos a explorar como as análises epistemológicas têm tratado esse tipo de questão.

2 - A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A IMAGINAÇÃO:

De uma maneira geral, a filosofia da ciência questiona a natureza das teorias e idéias científicas e conseqüentemente a validade destas proposições. A produção científica como geradora de verdades sobre o mundo fez com que diversos filósofos questionassem os diferentes métodos que a ciência utiliza para criar sua concepção do mundo natural. A verificação de que não poderíamos estabelecer um método único, definitivo e objetivo de gerar idéias sobre o mundo fez com que se separasse em dois momentos a discussão filosófica acerca das idéias da ciência. Um primeiro momento em que há a descoberta ou invenção científica, e um segundo momento em que há a justificação (validação) das idéias propostas. Foi Hans Reichenbach quem cunhou os termos para a importante distinção entre “análises no contexto da descoberta” e “análises no contexto da justificação” (Feigl, 1970). As questões filosóficas centraram principalmente no contexto da justificação da idéias científicas. Isso ocorreu pelo fato de grande parte dos problemas filosóficos estarem vinculados às possibilidades da ciência ser uma forma eficiente de gerar conhecimento sobre o mundo. A análise filosófica explorou muito pouco o contexto da descoberta e se restringiu à análise do contexto da justificação (Paty, 2001).

Antes de iniciarmos o debate sobre a criação das idéias científicas, devemos nos preocupar com as características que esta produção tem. Podemos determinar dois aspectos importantes das idéias científicas.

- O primeiro seria a produção de conceitos que estão associados a uma representação abstrata. Em alguns casos esta representação pode estar associada a uma observação da natureza, fazendo com que a experiência sensível tenha influência. Em outros pode ser associada à construção de hipóteses acerca da constituição do mundo, atribuindo arbitrariamente uma determinada forma à ele.

- O segundo aspecto estabelece uma teia de relações entre os conceitos, sendo uma primeira forma da razão operar através do estabelecimento de uma lógica de relações. Os postulados lógicos têm o papel fundamental de organizar os elementos conceituais e

permitir a racionalização. Por meio desta racionalização, a ciência adquire a característica de ser generalizável e torna-se independente de situações particulares e, a partir dela, podemos construir teorias gerais sobre o mundo que unificam em uma mesma estrutura todos os conceitos trazidos da experiência, fazendo dela um todo compreensível.

A ciência progride sobre o desenvolvimento destas duas plataformas que estão profundamente ligadas, não podendo ser vistas como produções independentes.

A imaginação científica:

Como apontado anteriormente, a filosofia da ciência pouco explorou os momentos de criação na ciência. A imaginação, como uma criação individual, se distingue fundamentalmente de um processo *indutivo*. Neste processo temos uma construção objetiva do conhecimento em relação aos fatos, sendo que uma certa regularidade nos eventos pode, por indução, gerar uma lei ou princípio científico comum a todos observadores. John Stuart Mill, filósofo do século XIX, é uma das principais referências quando se trata de discutir o papel da indução. Em seu terceiro livro do *Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva*, quando disserta sobre a indução, ele nega que as inferências geradas a partir desta sejam criações, sendo que estas são dadas pelos eventos. Mesmo admitindo o papel que a mente desempenha na construção das idéias, precisando ter uma estrutura já previamente formada, Mill elimina qualquer caráter subjetivo em sua construção, sendo que quaisquer observadores que se deparassem com os mesmos fatos deveriam inferir as mesmas conclusões. Ao analisar a construção da lei das órbitas elípticas de Kepler ele faz a seguinte declaração:

“A concepção de uma elipse deve ter-se apresentado à mente de Kepler antes que pudesse identificar a órbita planetária com ela. De acordo com o dr. Whewell, a concepção era algo acrescentado aos fatos. Ele expressa como se Kepler tivesse colocado alguma coisa nos fatos pela sua maneira de concebê-los. Mas Kepler não fez tal coisa. A elipse estava nos fatos antes que a reconhecesse (...) Kepler não colocou o que concebera nos fatos, mas viu isso neles” (Mill, 1843).

Em um processo imaginativo o sujeito tem um papel maior na criação dos conteúdos científicos, pois mesmo a percepção de uma regularidade ou a proposição de uma simetria pode ser criada por ele e não demonstrada pela natureza. A principal diferença entre a criação e a indução reside no foco da ação. Neste sentido, a palavra “descoberta” como normalmente a utilizamos privilegia o objeto, que está pronto em suas regularidades à espera que alguém construa um caminho de acesso até ele. Já a palavra criação (ou invenção) demonstra uma maior subjetividade, pois envolve uma nova forma do indivíduo olhar uma parcela do mundo, fazendo com que ele tenha uma participação ativa no processo.

Racionalidade e imaginação simbólica.

Uma das possíveis definições para a imaginação é a criação de objetos em um sistema simbólico (Granger, 1998). O pensamento humano se constitui fundamentalmente na capacidade de gerarmos representações mentais para os elementos do mundo, habilitando-nos a nos relacionar com este não somente através dos sentidos, mas também através de construções abstratas (Bronowski, 1978). Isto permite que o ser humano trabalhe sobre estas bases e desenvolva um pensamento conceitual à medida que consegue operacionalizar estes elementos, isto é, consegue estabelecer relações entre eles, fazendo com que a partir destas imagens simbólicas, em um sistema mais elaborado, possa estabelecer de forma lógica relações que nos permitem gerar afirmações sobre o mundo.

A imaginação como criação simbólica está muito vinculada à imaginação nas artes. Em uma primeira aproximação, esta busca criar novas representações para o mundo com o objetivo de sensibilizar a pessoa que a aprecia. No caso das ciências, estes elementos simbólicos criam representações que são fundamentais para a descrição do mundo e servem como apoio ao pensamento na elaboração de idéias conceituais. O imaginário é esse campo comum entre um grupo que configura essas possibilidades de representação. Diferente de um *a priori* kantiano, que defende uma estrutura interna já determinada ao ato de pensar, só precisando que este conhecimento seja trazido “à tona”, o imaginário é constituído pelas representações mentais e valores que um grupo partilha e que possibilitam o entendimento do indivíduo.

“O domínio do imaginário é constituído pelo conjunto de representações que exorbitam do limite colocado pelas constatações da experiência e pelos encadeamentos dedutivos que as autorizam” (Patlagean, 1993)

O imaginário definido como o “campo de representações que o pensamento operará” determina a primeira forma de descrevermos a imaginação, que construindo um campo simbólico, age sempre definindo novas representações, com base nos elementos simbólicos já existentes.

Contudo, a imaginação científica, por mais que seja um ato bastante complexo e de grande subjetividade por estar relacionada com a construção mental do indivíduo, não é uma atividade livre, desvinculada dos objetivos da ciência. As novas idéias devem se submeter à construção racional da ciência e aos testes que os elementos deduzidos dela autorizam.

A formulação racional¹ envolve uma estrutura que, além de relacionar os elementos conceituais, estabelece regras que autorizam as deduções lógicas de novas proposições. Postulados e axiomas formam os fundamentos racionais da ciência. Quando atuamos através da imaginação simbólica, as formulações que esta constrói devem ser racionalmente relacionadas com os outros conceitos científicos, isto é, sempre que formulamos novas proposições, os conceitos nela definidos devem ser inseridos na teia de relações que sua estrutura define. Em alguns casos, para a inserção de um novo conceito é necessário reorganizar essa estrutura, constituindo uma *nova racionalidade*. A evolução da ciência descrita por Bachelard na forma de evolução de *perfis epistemológicos* (Bachelard, 1940) segue de acordo com essa proposição de nova racionalidade. A cada ruptura epistemológica de uma noção científica há um processo de reorganização desta em direção a uma maior racionalização (ultra-racionalismo de Bachelard) em que há um aprofundamento das relações que um conceito estabelece com outros. A imaginação trabalha assim, sempre guiada pelas regras da racionalidade. A fecundidade das idéias, isto é, a capacidade de serem operacionalizáveis na forma de modelos lógicos é a principal característica da imaginação científica.

A imaginação científica em Einstein:

Albert Einstein, famoso cientista da primeira metade do século XX, foi um dos poucos cientistas que se preocupou com o contexto da descoberta científica, refletindo sobre seu processo criativo e discutindo o papel da imaginação neste processo. Ele considera a ciência uma forma de pensamento que opera com as mesmas bases que o pensamento comum. No entanto, a ciência é um processo refinado deste pensar. (Einstein, 1956). Os conceitos da ciência também são extraídos da nossa relação com o mundo sensível (experiências sensoriais) que precisam ser organizadas em nossa mente para tornar o mundo compreensível. Assim, Einstein define o ato de pensar como a construção de conceitos que são os elementos de organização do pensamento (Einstein, 1946).

“Ao falar aqui de compreensibilidade, estamos usando o termo em seu sentido mais modesto. Ele implica: a produção de algum tipo de ordem entre impressões sensoriais, sendo essa ordem produzida pela criação de conceitos gerais, pelas relações entre esses conceitos e por relações entre os conceitos e as experiências sensoriais, relações estas que são determinadas de todas as maneiras possíveis. É nesse sentido que o mundo de nossas experiências sensoriais é compreensível. O fato dele ser compreensível é um milagre.” (Einstein, 1956).

Ao criar os primeiros conceitos que estão proximamente relacionados com o mundo sensível, o cientista já começa a trabalhar com categorias de objetos e não mais com o mundo sensível em si (Einstein chama estes conceitos de *conceitos primários*). Apesar de

¹ Sempre nos referiremos à racionalidade como forma de pensamento que busca relacionar os diversos elementos do mundo.

ter criado arbitrariamente conceitos para o mundo, esta primeira elaboração ainda é insuficiente do ponto de vista lógico, pois são pouco relacionáveis racionalmente uns com os outros. Torna-se necessário a criação de conceitos mais abstratos, que Einstein designa de *conceitos secundários* e que têm a vantagem de poderem ser melhor relacionados através da lógica, mas que são categorias que têm seus significados mais distantes dos significados do “mundo”. Os conceitos primários devem ser deduzidos logicamente dos conceitos secundários. O valor da relação lógica está em tornar a totalidade da experiência um todo compreensível. Para o cientista a simplicidade lógica deve ser critério de cientificidade, pois nela se encontra a possibilidade de tornarmos o mundo inteligível a nós. No entanto, a relação dos conceitos operados pela lógica com o mundo sensível não é simples. Einstein alerta para a impossibilidade de relacionarmos logicamente os conceitos fundamentais com o mundo sensível.

“Um adepto das teorias da abstração ou indução poderia chamar nossas camadas de “graus de abstração”; não considero justificável, porém, esconder o quanto os conceitos são logicamente independentes das experiências sensoriais” (Einstein, 1956).

A relação entre conceitos e o mundo sensível é um aspecto importante no pensamento filosófico de Einstein. Sua concepção de não haver uma relação lógica entre estes elementos e a experiência significa que não podemos relacioná-los através de regras claras e objetivas.² Ele considerará que a relação entre o “mundo racional” e o “mundo sensorial” é feita através da intuição, mesmo que essa não possa ser considerada uma categoria objetiva ou “científica”.

“A conexão dos conceitos básicos do pensamento comum com os complexos de experiências sensoriais só pode ser compreendida de modo intuitivo, não se prestando a uma determinação cientificamente lógica” (Einstein, 1956).

A cientificidade, como já apontado neste trabalho, se vinculará principalmente pela coerência lógica que os conceitos apresentam entre si. O estabelecimento de uma teoria se baseia então no estabelecimento de uma lógica científica, que seria a busca de uma “perfeição interna” da teoria (Einstein, 1946). Einstein aponta que os estabelecimentos dessas regras são mutáveis, contudo, é o estabelecimento delas que torna a ciência possível.

“O essencial é o objetivo de representar a multiplicidade de conceitos e proposições próximos da experiência como teoremas, logicamente deduzidos e pertencentes a uma base, o mais estrita possível, de conceitos e relações fundamentais, que possam, eles próprios, ser livremente escolhidos (axiomas). Essa liberdade de escolha, porém, é de um tipo especial; não é

² A tentativa de estabelecer relações diretas entre conceitos teóricos e conceitos da experiência foi um dos ideais do positivismo lógico, doutrina filosófica importante no final do século XIX e na primeira metade do século XX.

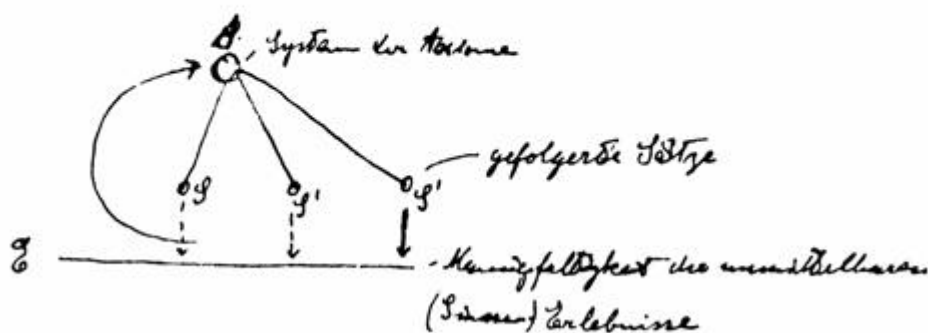
nada similar à de um escritor de ficção. Assemelha-se, antes, à de um homem empenhado em resolver uma charada bem formulada. Ele pode, sem dúvida, propor qualquer palavra como solução; mas há apenas uma que resolve realmente a charada em todas as suas formas. É um efeito da fé que a natureza – tal como é perceptível a nossos cinco sentidos – assume o caráter de uma charada igualmente bem construída” (Einstein, 1956).

A “resolução de charadas” vai ser fundamental para a concepção de imaginação de Einstein. Para ele a criação deve ser livre, havendo uma distinção entre a atividade sensória das impressões e a produção dos conceitos. Segundo ele, o ato de “pensar” põe em jogo além das imagens resultantes das impressões dos sentidos, os conceitos. Todo o nosso pensamento é um jogo livre com os conceitos (Einstein, 1946).

“Mas para Einstein, o mundo é efetivamente concebível, as leis que o físico lhe atribui – ainda que os conceitos que elas implicam sejam criações livres – não são puras convenções. E foi aparentemente o sucesso da sua experiência de investigador que o levou a juntar à intuição a criação conceptual livre como elemento indispensável ao progresso do conhecimento” (Merleau-Ponty, 1993)

Einstein, ao escrever uma carta a um amigo, Maurice Solovine, em 7 de maio de 1952 ele apresenta uma descrição sobre seu processo de criação científica, nos seguintes termos:

“(…) No que concerne à questão epistemológica, você me compreendeu radicalmente mal. Eu provavelmente me exprimi mal. Eu vejo as coisas, esquematicamente, da seguinte forma:



A: Sistemas de Axiomas.

S: Proposições Deduzidas.

E: Variedade das Experiências Imediatas.

As E (experiências imediatas) nos são dadas.

A são os axiomas, de onde nós tiramos as conclusões.

Psicologicamente os A se repousam sobre as E. Mas não existe nenhum caminho lógico conduzindo das E aos A, mas somente uma conexão intuitiva (psicológica), que é sempre “até a nova ordem”.

A partir dos A, são deduzidos por via lógica as afirmações particulares S, que podem pretender a ser exatas.

Os S são colocados em relação com as E (verificação pela experiência). Este procedimento, a ser visto de perto, pertence igualmente à esfera da extra-lógica (intuitiva), porque a relação entre as noções apresentadas em S e as experiências imediatas E não são de natureza lógica.

Mas essa relação entre os S e as E, é (pragmaticamente) muito menos incerta que a relação entre as A e as E. (Por exemplo, a noção cachorro e as experiências imediatas correspondentes.) Se uma tal correspondência não pudesse ser obtida com uma grande segurança (bem que ela não seja logicamente mantida), a maquinaria lógica seria sem nenhum valor para a “compreensão da realidade” (exemplo, a teologia).

A quinta-essência de tudo isso é a conexão eternamente problemática entre o mundo das idéias e aquele que pode ser experimentado (experiências imediatas dos sentidos).

O trabalho para o volume jubileu de de Broglie será traduzido em francês pelos colegas de lá. Mas o conteúdo será para as pessoas uma heresia da pior espécie. Eu só posso lhe enviar quando ele estiver impresso.

Nós estamos muito bem. Mas minha capacidade de trabalho já diminuiu sensivelmente. Mas isso também tem seu lado bom.

De todo coração A. E.”

O passo mais importante, que devemos notar aqui, é o salto que há do plano da experiência, para o plano das premissas. Essa é a criação subjetiva do ser, em que ele pode “ver” as idéias. É uma visão imediata (Paty 2001), a partir da qual se pode reconstituir logicamente as razões, mas que repousa sobre as experiências anteriores do pensamento, e os processos mentais relativos à atenção a um problema seguem geralmente em caminhos indiretos.

“Na verdade, o salto é canalizado e guiado. Um desses guias, pelo menos para o próprio Einstein, estava no fato de ter ele atingido os conceitos de uso no nível A por uma forma de jogo mental com materiais visuais – de forma em grande parte inconsciente – por uma poderosa racionalidade iconográfica que ele acrescentava à sua racionalidade convencional semântica e quantitativa.” (Holton, 1979).

A possibilidade de construirmos o conhecimento através desse tipo de salto, se justifica basicamente na proposição que o mundo sempre se apresenta em “perguntas muito bem formuladas” ou que o mundo se apresente como um grande enigma (Einstein, 1946) e que o conhecimento possa ser definido sempre como a **resposta a uma pergunta**³.

“Para nos guiar na criação dessa ordem de experiências sensoriais, o único fator determinante é o sucesso do resultado.” (Einstein, 1956).

O conhecimento é caracterizado por esse jogo de perguntas e respostas em que a intuição vincula o mundo “real” com o mundo “racional”.

3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS :

No início deste trabalho, buscamos discutir a insuficiência do nosso ensino quando percebemos que os alunos não conseguem construir explicações para situações que vão além do contexto escolar. Argumentamos que uma das causas para isso poderia ser a forma como limitamos o processo de aprendizagem, ao apenas considerarmos os processos de aquisição de conceitos.

³ Esse ponto também é apresentado por Bachelard (1938).

Consideramos que a habilidade de construção de explicações passa a ser fundamental para que o indivíduo possa operacionalizar os conceitos aprendidos em sala de aula. Assim, trabalhos que versem sobre a dinâmica envolvida na construção de explicações passam a ser de fundamental importância. Neste trabalho, procuramos mostrar, em uma perspectiva teórica, o papel da imaginação neste processo.

Em nossa discussão sobre a criação científica, ressaltamos dois aspectos importantes no ato de imaginar:

- A imaginação atua no campo simbólico, definindo idéias em categorias arbitrárias.

- A criação científica é compromissada com o todo de conhecimento. A imaginação simbólica deve estar vinculada racionalmente à estrutura do conhecimento.

Einstein demonstra claramente a importância da vinculação racional da imaginação e das consequências das deduções lógicas vinculadas a ela.

A imaginação é um elemento que está presente no fazer científico, principalmente em atividades de resolução de problemas anômalos à ciência normal. Nós já consideramos que os problemas que o indivíduo enfrentará em sua vida são problemas semelhantes a esses, visto que não são problemas resolvidos por uma matriz disciplinar. Nossa principal proposta é que consideremos a importância da imaginação na necessidade de compreendermos o mundo. Contudo, devemos observar que alguns valores da ciência devem ser preservados para não recairmos em uma subjetividade relativista.

Ressaltamos que na discussão científica as idéias criadas pelo cientista precisavam ser vinculadas à estrutura lógica determinada pela ciência. A principal habilidade a ser desenvolvida é a de testarmos nossas hipóteses imaginadas, com o objetivo de determinarmos os limites da imaginação através dos limites de nossas proposições. A estrutura racional da ciência permite esse diálogo entre idéias. Quando criamos situações hipotéticas podemos fazer um diálogo racional com a ciência, criando perguntas relacionadas com a sua hipótese inicial e observando as implicações dadas através da manipulação da sua estrutura. Esse processo é muito semelhante ao processo de criação apresentado por Einstein. Quando há uma redefinição de um conceito durante a criação, a dedução lógica descrita por ele nada mais é que a resposta às consequências geradas por essa redefinição. Ao tentarmos construir explicações trabalhamos com os conceitos da ciência vinculando seu significado a uma determinada situação (hipótese) e observando as consequências que sua estrutura permite obter. Diferentemente de Einstein, não precisamos reestruturar as bases da Física para validarmos nossas explicações, mas precisamos saber tratar de sua estrutura lógica.

Acreditamos que novas formas de pensarmos o conhecimento são necessárias. Isso pode nos auxiliar quando buscarmos refletir sobre os métodos de ensino que construímos como educadores. Mesmo que a transposição de noções teóricas sobre o conhecimento seja difícil de ser levada para a sala de aula, devemos estar conscientes que o conhecimento com o qual trabalhamos apresenta muitas facetas que ainda permanecem inexploradas e, ao mesmo tempo, precisam ser valorizadas no âmbito educacional.

4 - REFERÊNCIAS:

- ARRUDA, S. M. e VILLANI A. M. **Mudança conceitual no ensino de ciências.** In: Cadernos Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, vol 11, n.2, ago 1994.
- AYER, A. **As questões centrais da filosofia.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.
- BACHELARD, G. (1938) **A formação do espírito científico.** Rio de Janeiro: Ed. Contraponto, 1996.
- BACHELARD, G. (1940) **A filosofia do não.** In: Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- BASTOS, F. **Construtivismo e ensino de ciências.** In: NARDI, R.(org) Questões atuais no ensino de ciências. São Paulo: Editora escrituras, 1998.
- BRONOWSKI, J. **O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência.** Brasília: Editora UnB, 1978.
- BRUGGER, W. **Dicionário de Filosofia.** São Paulo: Editora Herder, 1969.
- BUNGE, M. **Teoria e realidade.** São Paulo: Perspectiva, 1974.
- CARVALHO, A. M. P.(org) **Termodinâmica: um ensino por investigação.** São Paulo: FEUSP, 1999.
- CASTRO, R. S. **História e Epistemologia da Ciência.** São Paulo: FEUSP, 1993
- CHEVALLARD, Yves. **La transposición Didáctica.** Buenos Aires: Aique, 1991
- CHIAROTTINO, Z. R. **A teoria de Jean Piaget e a educação.** In: PENTEADO, W.N.A.(org) Psicologia e ensino. São Paulo: Papelivros, 1980.
- CUPANI, A. e PIETROCOLA, M. 2002. **A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências.** In: Cadernos Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, vol 19, n.1, edição especial, 2002.
- CUSTÓDIO, J. F. e PIETROCOLA, M. 2002, **‘Princípios de conservação e construção de modelos por estudantes do ensino médio’**, VIII EPEF(Encontro de Pesquisa em Ensino de Física), águas de Lindóia, Sociedade Brasileira de Física, maio de 2002.

- EINSTEIN, A. (1956) **Escritos da maturidade**. Rio de Janeiro: Editora nova Fronteira, 1994.
- EINSTEIN, A. (1952) **Lettres à Maurica Solovine**. Paris: Gauthier-Villars, 1956.
- EINSTEIN, A. (1946) **Notas Autobiográficas**. Rio de Janeiro: Editora nova Fronteira, 1982
- FEIGL, H. **The orthodoxy view of scientific theories**. In: RADNER, M. e Winokur, S. (orgs) *Analyses of theories and methods of physics and psychology*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science IV. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1970.
- GIRCOREANO, J. P. e PACCA, J. L. **O ensino de óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão**. In: *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, vol 18, n.1, abr 2001.
- GRANGER, G. G. **Imaginação Poética, Imaginação Científica**. In: *Discurso*. n.29. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.
- GURGEL, I. **Modelos e Explicações: a construção da realidade e suas bases emocionais**. Monografia. São Paulo: Instituto de Física, 2004.
- HEMPEL, C. G. **Explicação científica**. In: *Filosofia da ciência*. MORGENBESSER, S. (org). São Paulo: Cultrix, 1979.
- HOLTON, G. **A imaginação científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora perspectiva, 1992
- MATTHEWS, M. **Construtivismo e o ensino de Ciências: uma avaliação**. In: *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, vol 17, n.3, dez 2000.
- MERLEAU-PONTY, J. **Einstein**. Lisboa: Instituto Piaget, 1993.
- MILL, J. S. (1843) **Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva**. In: *Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- NASCIMENTO, V. B. **A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências**. In: CARVALHO, A. M. P..(org). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson, 2004.
- OSTERMANN, F. **A epistemologia de Kuhn**. In: *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, vol 13, n.3, dez 1996.
- PATY, M. **A criação científica segundo Poincaré e Einstein**. In: *Estudos Avançados*, 15, n.41, São Paulo: EDUSP, 2001.
- PENTEADO, W.N.A.(org) **Psicologia e ensino**. São Paulo: Papelivros, 1980.

- PIETROCOLA, M. **Curiosidade e Imaginação**. In: CARVALHO, A. M. P..(org). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson, 2004.
- PIETROCOLA, M. **A história e a epistemologia no ensino das ciências: dos processos aos modelos de realidade na educação científica**. In: A ciência em perspectiva. MAST: SBHC 2003.
- PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. In: PIETROCOLA, M.(org). Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.
- PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino através dos modelos**. In: Investigação em Ensino de Ciências, vol 4., n 3. Porto Alegre, 1999.
- PINHEIRO, T. **Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências**. Florianópolis: Tese de Doutorado UFSC, 2003
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. e GERTZOG, W. A. **An accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change**. In: Science & Education, vol.66, n.2, pp211, 1982.
- ROBILLOTA, M. **O cinza, o preto e o branco – da relevância da história da ciência no ensino de física**. In: Cadernos Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, vol.5, número especial, 1988.
- ROBILLOTA, M. **Construção e realidade no ensino de física**. Monografia, São Paulo: IFUSP, 1985.
- VILLANI A. M. et al. **Filosofia da Ciência, História da Ciência e Psicanálise: Analogias para o Ensino de Ciências**. In: Cadernos Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, vol 14, n.1, abr 1997.
- ZYLBERSTALN, A., **“Resolução de problemas: uma perspectiva Kuhniana”**, VI EPEF(Encontro de Pesquisa em Ensino de Física), Florianópolis, Sociedade Brasileira de Física, 1998.