

## REFLEXÕES DE UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA PARA O SISTEMA LOCOMOTOR NO ENSINO MÉDIO

*Reasoning on a proposal of investigation on locomotion system in the secondary school*

<sup>1</sup>**Bruna Caroline Kotz Kliemann** [bruna.kli@gmail.com]

<sup>2</sup>**Aline Viana** [alineee\_viana@hotmail.com]

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná– Cascavel/PR*

*Rua Universitária, 2069, Bairro: Jardim Universitário, CEP 85819-110*

<sup>3</sup>**Bárbara Grace Tobaldini de Lima** [tobaldinibg@gmail.com]

*Universidade Federal da Fronteira Sul – Realeza/PR*

*Acesso PR 182 KM 466 - Rua Edmundo Gaievski, 1000*

### Resumo

Os conteúdos da disciplina de Biologia do ensino médio são, tradicionalmente, abordados de maneira fragmentada, o que pode proporcionar uma aprendizagem isolada dos conceitos. O presente trabalho teve como objetivo refletir sobre uma proposta de ensino investigativo, que buscou integrar os conteúdos de sistema ósseo, articular e muscular, possibilitando, assim, uma aprendizagem que relacione os conteúdos científicos com o cotidiano. Essa reflexão foi propiciada a partir de um trabalho realizado em uma escola pública e desenvolvido por bolsistas do PIBID, do Subprojeto Biologia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Todas as atividades desenvolvidas tiveram o intuito de articular os diferentes sistemas. A partir da análise das atividades, pode-se constatar que os alunos conseguiram relacionar melhor os conceitos, organizar suas ideias e compreender o que é necessário para que os sistemas trabalhem juntos.

**Palavras-chave:** Articulação dos Conteúdos Biologia - Ensino Investigativo – Conhecimento prévio – Aprendizagem significativa.

### Abstract

The biology subject contents of high school are traditionally addressed in a piecemeal way which can provide a learning isolated by the concepts. This study aimed to reflect on an investigative teaching proposal that sought to integrate the skeletal system of content, joint and muscle, thus enable the students to learn linking scientific content, and its relation with everyday life. This reflection was caused from a work held in a public school, developed by PIBID of a Biology Subproject from State University of Western Paraná (UNIOESTE). All activities were developed in order to articulate the different systems. From the analysis of the activities it can be seen that the students could better relate the concepts, organize their ideas and understand what is necessary for the systems to work together.

**Keywords:** Contents Articulation – Biology - Investigative Education - Previous knowledge - Meaningful learning.

## 1 Introdução

Os conteúdos da disciplina de Biologia do ensino médio são, em muitos casos, abordados de maneira fragmentada, o que pode proporcionar uma aprendizagem centrada apenas na memorização de conteúdos conceituais. Essa prática pedagógica restringe o desenvolvimento de uma visão sistêmica acerca dos assuntos trabalhados pelo professor, ou seja, o aluno não consegue compreender o funcionamento do organismo como um todo e pode não identificar coerência nos temas estudados. Desse modo, tal prática pode impossibilitar a assimilação dos diferentes conteúdos trabalhados (Andreatta & Meglhioratti, 2009; Vanzela; Balbo; Justina, 2007).

Deve-se levar em consideração, também, que a aprendizagem torna-se eficaz quando os novos conhecimentos são relacionados ao conhecimento subsunçor, ou seja, ao conhecimento prévio do aluno. Porém, muitas disciplinas escolares ainda são trabalhadas de maneira fragmentada, uma vez que o professor não proporciona aos alunos momentos para que eles possam relacionar os diversos conceitos trabalhados na disciplina de ciências e/ou biologia com as situações do cotidiano e externas ao espaço escolar (Gerhard & Rocha-Filho, 2012).

De acordo com Delizoicov e Angotti (1992 *apud* Vanzela et al., 2007, p. 13), “estudos mostram que é possível trabalhar os conteúdos de ensino vinculados ao cotidiano dos alunos de maneira mais aproximada, onde os modelos e as dificuldades contidas no conhecimento científico possam ser aplicados em situações reais”. Assim, apresentam-se aos estudantes caminhos de estudos nos quais possam construir uma visão fundamentada sobre a natureza do conhecimento científico, superando o ensino tradicional, que baseia-se em leis prontas e inalteradas, e a ciência como uma verdade absoluta (Sá, Lima, Aguiar-Jr, 2011; Nascimento, 2004; Lima, David, Magalhães, 2006).

Segundo Nascimento (2004), para que ocorra uma visão fundamentada e, conseqüentemente, uma superação aos modelos tradicionais de ensino, é necessária uma mudança na formação de professores, envolvendo discussões sobre o campo metodológico e conceitual da prática pedagógica e dos conceitos científicos, de modo que esse domínio seja transposto aos estudantes da educação básica.

Na formação dos professores, ao se preconizar outro modelo para o trabalho pedagógico, que se distancie do ensino tradicional, uma das possibilidades é o uso de uma abordagem interdisciplinar de ensino, pois ela possibilita a integração dos diferentes conteúdos abordados pelas disciplinas escolares, bem como é capaz de proporcionar aos alunos uma aprendizagem que relacione tanto os conteúdos científicos, quanto aqueles derivados do cotidiano. Na abordagem interdisciplinar, também se faz o uso do conhecimento prévio dos alunos, bem como as suas dúvidas, que, quando identificadas, podem colaborar para a construção do conhecimento científico do estudante (Correia, Dazzani, Marcondes, Torres, 2003; Nascimento, 2004).

Na compreensão de Guerra, et al. (1998), a abordagem interdisciplinar de ensino pode ser contemplada a partir de duas visões: uma que favoreça a assimilação do desenvolvimento da elaboração do conhecimento, ou seja, que o aluno conheça e faça parte do processo de produção do conhecimento, e outra que parta de um tema gerador único a ser trabalhado pelas demais disciplinas. Para Carniatto, et al. (2013), ao usar a abordagem interdisciplinar para trabalhar a disciplina de biologia pode-se utilizar uma proposta investigativa, que contemple a assimilação do desenvolvimento da elaboração do conhecimento. A proposta visa à participação ativa do aluno, bem como possibilita a ele compreender a sua relação com o mundo, partindo do conhecimento prévio que traz do seu cotidiano e, assim, associar os conceitos de ciências e biologia. Ainda em relação à prática interdisciplinar, Sá et al. (2011) consideram que

[...] seria preciso que os professores considerassem três abordagens possíveis. Em uma primeira, mais estruturada, a proposição de questões e de métodos para investigá-las ficaria a cargo do professor e o envolvimento dos alunos permitiria que descobrissem relações que ainda não conheciam. Em outra abordagem, a proposição de questões seria feita pelo professor e ficaria a cargo dos estudantes tanto a concepção dos métodos, quanto a avaliação da adequação dos mesmos. Por fim, em uma terceira abordagem, o professor proporia temas ou apresentaria fenômenos, mas as questões e os métodos ficariam por conta dos estudantes (p.81).

Dessa maneira, criam-se outras formas de ensino, estimulando, assim, uma autonomia dos estudantes. Essas abordagens fazem, também, com que os alunos acreditem em si, levando-os a pensar que a aprendizagem é um processo contínuo. Além do mais, esses métodos possibilitam um entendimento de mundo, em anuência com o ponto de vista de que a curiosidade é uma característica inata do ser humano e as ações desenvolvidas por ele são movidas pela curiosidade e investigação. Nesse sentido, para se estudar ciências, os estudantes deveriam conhecer e entender tudo o que acontece ao seu redor, observando, questionando, sabendo manipulá-lo e, o mais importante, tentando encontrar respostas, sendo assim coerente com o Ensino Por Investigação (EPI) (Oliveira, 2001; Rodrigues, 2008).

Ademais, o EPI proporciona o aperfeiçoamento das aptidões cognitivas dos educandos, possibilitando a compreensão do trabalho científico, a partir da participação ativa do aluno nos processos de ensino e aprendizagem. Assim, pode-se afirmar que o EPI fundamenta-se em uma visão construtivista, aonde o conhecimento é desenvolvido mediante a busca pela resposta para a solução da situação-problema (Zompero & Laburu, 2011; Aguiar-Junior, 1998).

Com o EPI, o aluno deverá procurar as respostas, desenvolvendo sua autonomia, tomada de decisões, capacidade de avaliação e de resolução de problemas. Isso é possível por meio de atividades investigativas proporcionadas pelo professor que podem envolver jogos, atividades práticas e teóricas, pesquisa, filmes, escrita e desenhos, ou seja, utilizar estratégias diversificadas para sua ação pedagógica na sala de aula (Sá et al., 2007). Orientado por essas e outras considerações a respeito do EPI, e a partir do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), o subprojeto Biologia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no ano de 2013, desenvolveu suas atividades de caráter didático e pedagógico.

O PIBID, segundo Stanzani, Broietti e Passos (2012, p.1), “[...] busca incentivar a iniciação à docência por meio de ações didático-pedagógicas que aproximem o licenciando da realidade escolar, articulando ensino superior e educação básica”, ou seja, permite aos bolsistas a vivência em sala de aula, a realidade concreta das escolas, além de propiciar a discussão, reflexão sobre a formação e a prática dos professores. Além disso, essas ações possibilitam aos alunos do ensino fundamental e/ou médio conhecer metodologias diferentes que os ajudem na compreensão dos conteúdos (Stanzani et al., 2012).

Assim, o referido subprojeto teve como grupo de trabalho dezoito alunos de licenciatura e três professores da educação básica. Esses, em parceria com os professores orientadores da universidade, formaram um grupo que buscava investigar a prática escolar a partir da formação inicial e continuada de professores, planejaram atividades e realizaram ações pedagógicas nas escolas envolvidas (Carniatto et al., 2013). Dessa maneira, o subprojeto Biologia possibilitou a elaboração e o desenvolvimento de diferentes módulos didáticos (MD) na proposta do EPI, entre eles aquele que contextualiza o presente trabalho: “O sistema locomotor em uma proposta investigativa”. O MD abordou os conteúdos do sistema muscular e sistema ósseo, para alunos 2º ano do Ensino Médio, e foi realizado no decorrer de nove aulas.

Para desenvolver o MD foram utilizadas diferentes estratégias metodológicas para possibilitar aos alunos uma reflexão sobre o problema proposto: “O que possibilita levantarmos um

objeto”? A orientação teórica utilizada para estruturar o MD foi a partir do trabalho realizado por Clement e Terrazzan (2012), baseado em seis etapas, conforme descrito a seguir: (1) *Análise qualitativa do problema*, na qual o professor deve analisar a situação-problema apresentada, definindo, assim, qual será o problema inicial, bem como as atividades que podem ser realizadas pelos alunos. (2) *Emissão de hipóteses e estabelecimento de estimativas das grandezas físicas*: a partir da apresentação e discussão sobre a situação-problema, os alunos devem apresentar possíveis hipóteses para a resolução do fato. (3) *Elaboração de estratégia(s) de resolução*, ou seja, a partir do problema real, das hipóteses e dos conhecimentos teóricos, os alunos elaborarão formas de como resolver o problema proposto inicialmente. (4) *Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução*: obtém-se o resultado ou a resposta para o problema inicial, utilizando as estratégias propostas na etapa anterior. (5) *Análise do(s) resultado(s)*: ocorre a avaliação de todo o processo, desde a emissão das hipóteses até a resolução do problema, para verificar se as hipóteses levantadas e a estratégia utilizada foram coerentes ao problema investigado. (6) *Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema*: pretende-se que os alunos façam uma análise geral dos pontos mais importantes da resolução do problema e, assim, propor novas situações-problemas.

Tendo as premissas da abordagem interdisciplinar e do EPI, o presente relato tem como objetivo refletir a respeito de uma proposta investigativa que visou à integração de três sistemas do corpo humano, sendo eles: articular, esquelético e muscular, propondo, assim, atividades que superassem o caráter fragmentado do ensino de Biologia. A reflexão foi propiciada a partir de um trabalho realizado em âmbito escolar, desenvolvido por bolsistas do PIBID, no Subprojeto Biologia, de uma universidade pública do Paraná.

## 2 Metodologia

O presente relato foi realizado a partir das reflexões oriundas da aplicação do MD, desenvolvido em uma escola estadual do município de Cascavel, com uma turma de 2º ano do ensino médio, no primeiro semestre de 2013. A turma era composta por 20 alunos, que foram identificados, devido a questões éticas, a partir de códigos, sendo eles formados pela letra “A” (aluno), seguida por uma sequência numérica (de 01 a 20), por exemplo: A-01.

O MD foi aplicado por dois bolsistas de iniciação à docência (BID), do subprojeto Biologia, e identificados na transcrição das aulas a partir dos códigos B-01 e B-02. Os códigos dos alunos e dos BIDs estão presentes nos trechos analisados, que se referem a situações que ocorreram durante as cinco aulas ministradas, as quais envolveram: atividades teóricas e práticas, o estudo de caso e a elaboração de uma redação. As informações oriundas desses materiais foram analisadas e interpretadas com o objetivo de refletir sobre as possibilidades de “integração” dos conteúdos, bem como a aprendizagem dos alunos no decorrer das aulas.

A análise das informações foi realizada com base na abordagem qualitativa (Markoni & Lakatos, 2008), que visa analisar e interpretar o que o sujeito diz, buscando identificar as mudanças no comportamento e na aprendizagem. Para sistematizar a etapa da “análise e discussão dos resultados”, optou-se por discutir os trechos de falas dos alunos, uma vez que esses excertos podem possibilitar uma melhor observação e sistematização de como a temática foi desenvolvida, bem como a maneira como os alunos responderam ao trabalho realizado.

## 3 Análise e Discussão dos resultados

A análise a seguir demonstra a participação e o envolvimento dos alunos da educação básica no desenvolvimento de algumas aulas realizadas a partir do MD. Além disso, é uma reflexão prática

e teórica das situações que foram realizadas pelos BIDs nesse processo de ação didática e pedagógica. No primeiro item, são apresentadas e discutidas as hipóteses dos alunos ao problema inicial. Na sequência, descreve-se a intervenção conceitual realizada, que teve como objetivo esclarecer determinadas dúvidas e potencializar os conhecimentos apresentados pelos alunos e que foi desenvolvida com diferentes estratégias e recursos didáticos. No último item, são apresentadas as considerações a respeito da atividade avaliativa que foi desenvolvida com os alunos participantes. Espera-se que, com essa organização, possa se verificar como as etapas propostas para o EPI foram elaboradas e desenvolvidas no MD aplicado.

### 3.1 Análise Qualitativa do problema e Emissão das Hipóteses

Para contextualizar o problema que seria trabalhado com os alunos, iniciou-se o MD com a apresentação de algumas imagens nas quais as pessoas carregavam diferentes objetos. Com a observação, os alunos foram questionados sobre: o que possibilita levantarmos um objeto? No EPI, a etapa inicial é a “Análise Qualitativa do problema”, realizada no momento em que os alunos fazem a observação das imagens e a partir dela buscam compreender o fenômeno, bem como as diferentes nuances. E a segunda etapa é a “Emissão das Hipóteses”, em que os alunos apresentam, de forma verbal ou a partir da manipulação de objetos, possibilidades de resolução do problema exposto. O professor, nesse momento, será o mediador do processo, orientando e problematizando as situações apresentadas pelos alunos. A seguir, podem ser observadas algumas das hipóteses apresentadas pelos estudantes:

*A-01: Os músculos, cérebro, o coração (sem a circulação sanguínea, nada funciona).*

*A-02: Para levantarmos algum objeto necessitamos força, energia.*

*A-03: Força, impulsos, comandos mandados do cérebro para partes do corpo, nervos, ossos, energia.*

*A-04: A nossa força, o sistema nervoso e necessitamos de energia para obtermos força.*

*A-05: A mão, o sistema nervoso, músculos, força de vontade.*

*A-06: O cérebro, a força, a vontade, disponibilidade, ânimo e os músculos dos braços e mãos.*

*A-07: Nervos, força, braço, músculos, energia, mão, impulsos nervosos, coordenação motora.*

Com as hipóteses apresentadas, foi possível verificar que os alunos direcionaram suas respostas para o sistema muscular. Com essa atividade, percebeu-se que o conhecimento inicial, ou prévio, sobre o assunto também é de ordem fragmentada, o que pode estar relacionado com a maneira como os saberes no espaço escolar são trabalhados, de forma linear e sequenciada. Assim, o sistema ósseo é trabalhado separadamente dos sistemas articular e muscular. Dificilmente, esses sistemas são abordados de forma integrada e/ou agregada, sendo essa uma das principais dificuldades demonstradas pelos alunos, o que é resultado de um ensino fragmentado, que dificulta ao estudante estabelecer uma integração do conteúdo estudado com o seu cotidiano (Carvalho, Nunes-Neto, El-Hani, 2011).

Ainda que alguns alunos tenham apresentado diferentes conceitos, percebeu-se que as ideias eram confusas e conflituosas - muitos relacionaram o movimento observado com a força, mas essa não estava relacionada aos outros conceitos; falaram em energia, mas não sabiam a origem dela; também citaram o sistema sanguíneo, sistema nervoso e impulsos nervosos, mas não explicaram o papel desses elementos na movimentação. Tais respostas, na proposta do EPI, ajudam a orientar as

demais atividades que devem ser realizadas, uma vez que é próprio da metodologia proporcionar aos alunos um momento para exporem suas dificuldades.

A diversidade de respostas apresentadas pelos alunos foi importante ao proporcionar uma reflexão aos BIDs, pois eles puderam verificar que a proposta do EPI é pouco trabalhada nas escolas, da mesma maneira que a interdisciplinaridade é escassa no âmbito escolar. Em outras palavras, os alunos, por não conhecerem a proposta do EPI, têm maiores dificuldades para formular possíveis explicações ao problema proposto e em fazer a associação entre os conteúdos que estão estudando.

A metodologia do EPI requer dos alunos um conjunto de competências, como: 1- refletir sobre o conteúdo, 2- observar, 3- argumentar, 4- raciocinar e 5- participar da aula, para que eles desenvolvam o seu próprio conhecimento. Esse resultado cognitivo requer, portanto, que o aluno pense e escreva sobre o conteúdo a ser trabalhado (Batista, 2010).

Como na primeira atividade os alunos foram questionados a respeito de uma prática cotidiana, a aula pode ser caracterizada como problematizadora, que, de acordo com os pressupostos teóricos de Delizoicov e Angotti (1992), possibilita identificar o conhecimento prévio dos alunos referente à questão inicial. Para o desenvolvimento das demais atividades, após a problematização, os alunos foram separados em grupos de quatro integrantes, para discutir as hipóteses e, em seguida, deveriam escrevê-las na folha de cartolina. Essa atividade teve o objetivo de proporcionar aos alunos o registro de suas primeiras hipóteses, que foram retomadas nas demais aulas.

### **3.2 Elaboração de estratégia(s) de resolução e Aplicação de estratégia(s) de resolução**

Essas etapas foram desenvolvidas em três aulas, contemplando diferentes atividades, como sistematizado a seguir. Em continuidade à primeira aula, foi proposta aos alunos outra atividade, no caso, uma prática para demonstração do “movimento”. Para isso, foi entregue aos alunos diferentes objetos, como ovos, cadeiras, mesas, pesos de academia, entre outros. Cada aluno, em seu respectivo grupo, levantou um determinado objeto, enquanto os outros faziam anotações sobre os movimentos que eram realizados pelos colegas. Destaca-se que essa dinâmica ocorreu com todos os integrantes do grupo.

Com as anotações dessa atividade, os alunos foram questionados sobre as hipóteses iniciais que estavam presentes nos cartazes e quais as possíveis relações entre os dois registros. A partir da discussão realizada, os alunos apresentaram várias dúvidas, entre elas: A-08 - “Se aplicarmos a mesma força que usamos para levantar a mesa, para pegar o ovo, o que acontece?”. Esse questionamento gerou um diálogo entre um dos BIDs e o aluno: B-01- “O que vocês acham que irá ocorrer?”. A-09: “O ovo irá quebrar”. B-01: “Por quê?”. A-08: “Porque a força para levantar a mesa é maior do que para pegar o ovo”. A partir das respostas, o aluno A-09 realizou o teste demonstrando que a força feita na mesa, quando aplicada para pegar o ovo, o quebraria. Em seguida, os alunos foram questionados: B-02 - “Por que a força para levantar a mesa é maior do que para pegar o ovo?” e B-02: “Como conseguíamos fazer para controlar essa força? E de onde ela vem?”. Com a discussão, os alunos A-10 e A-11 conseguiram formular uma possível explicação para o problema proposto: “Os músculos junto com os ossos conseguem fazer a movimentação e regular esta força”.

Ao final da aula, foi realizada uma discussão para que os alunos respondessem ao questionamento central: O que é necessário para levantar um objeto? Algumas das respostas são apresentadas a seguir:

A-10: *Sistema respiratório e articulação;*

A-11: *Sistema esquelético;*

A-12: *Sistema circulatório e tendões;*

A-13: *Sistema nervoso;*

A-14: *Sistema muscular.*

A partir das respostas emitidas pelos alunos, percebeu-se que muitos deles compreenderam como os objetos podem ser levantados, porém, de maneira ainda fragmentada. Observa-se que os alunos A-10, A-11 e A-14 conseguiram se aproximar do que seria a solução para o problema proposto. Já os alunos A-12 e A-13 não assimilaram os diferentes sistemas envolvidos na movimentação do objeto. Entretanto, se for analisada a resposta dos alunos A-10 e A-11, referente ao questionamento feito pelo B-02: “Por que a força para levantar a mesa é maior do que para pegar o ovo?”, percebe-se que, aos poucos, os alunos vão perdendo a visão fragmentada dos conteúdos e conseguem relacioná-los, assimilando o sistema muscular e ósseo com a realização do movimento.

Nessa atividade, foi exigida dos alunos uma postura mais ativa, em que eles passaram a realizar as experiências e buscar os dados para formular uma resposta. Com ações como essa, foi possível despertar a curiosidade e o interesse em aprender, discutir os resultados e explicar o que haviam observado, caminhando para uma real aprendizagem. Isso ocorre, pois, de acordo com Azevedo (2004), só haverá real aprendizagem e desenvolvimento, se houver ação do aluno diante da resolução do problema.

As diferentes hipóteses apresentadas nessa aula foram analisadas pelos BIDs e utilizadas para elaborar as próximas atividades. Considera-se que essa tenha sido uma prática importante para a formação profissional dos acadêmicos, pois puderam rever sua prática, refletir sobre os objetivos iniciais e, com isso, elaborar atividades que pudessem superar a visão fragmentada apresentada por alguns alunos.

A segunda aula também possibilitou o desenvolvimento da terceira e quarta etapa da sequência do EPI utilizada, mas, para isso, os BIDs sentiram a necessidade de utilizar uma abordagem expositiva, uma vez que seriam abordados nomes científicos e conteúdos conceituais. Esse tipo de trabalho é considerado, por alguns, como o sinônimo de uma aula entediante e não significativa em questões conceituais para o aluno. No entanto, ponderou-se que, com objetivos claros e bem definidos, ela pode possibilitar uma boa sistematização dos conteúdos. Nesse sentido, segundo Krasilchik (2009), a aula expositiva também pode proporcionar a aproximação do professor com os alunos, tornando a aula mais dinâmica e colaborando para o processo de ensino e aprendizagem. A partir dessa abordagem, também foram realizadas outras discussões envolvendo as hipóteses apresentadas pelos alunos na aula anterior. Os questionamentos realizados pelos BIDs durante a aula foram:

Qual é a função do sistema esquelético? [...] Quantos ossos nós temos? [...] Quais os nomes dos ossos que eles conhecem? [...] Por que ocorre a fratura? [...] Como pode ocorrer o reparo da fratura? [...] A nossa alimentação pode influenciar na resistência dos ossos? [...] Os ossos crescem? [...] Como isso acontece?

Com a participação dos alunos aos questionamentos realizados foi possível construir um esquema dos conceitos discutidos em sala de aula, representado na Figura 1, entre eles: os tipos de ossos, a função do sistema esquelético, a nomenclatura dos componentes do sistema esquelético e a sua divisão, a constituição óssea e a calcificação.

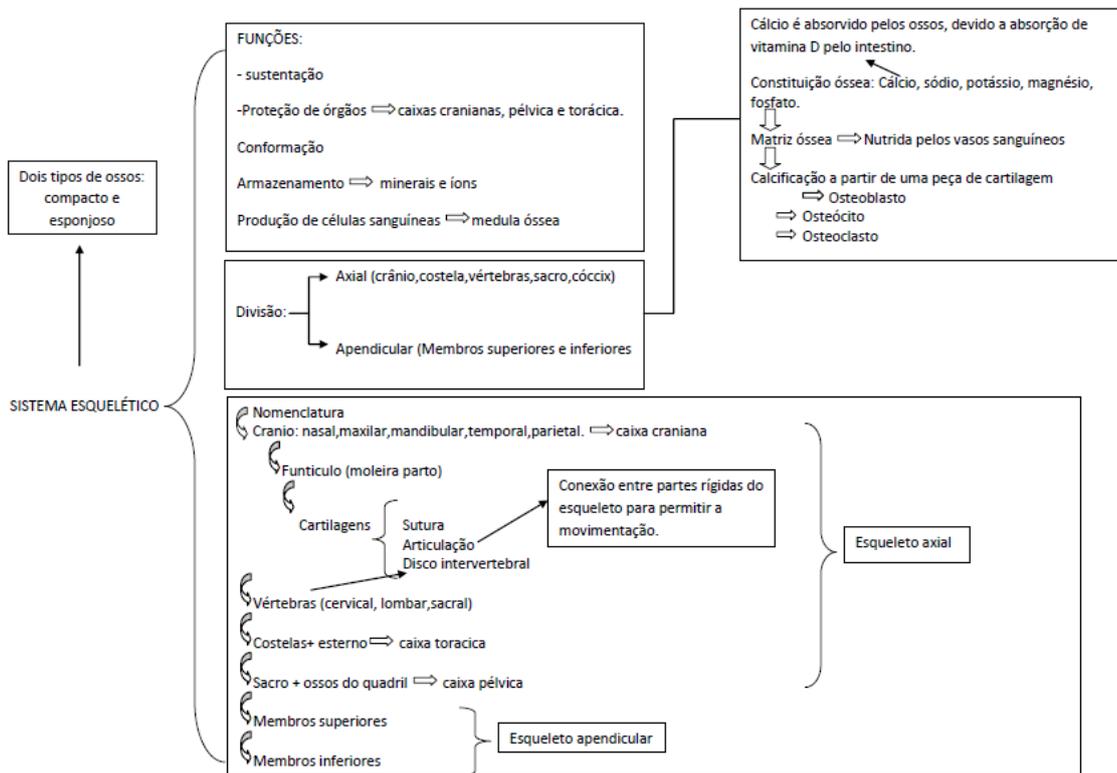
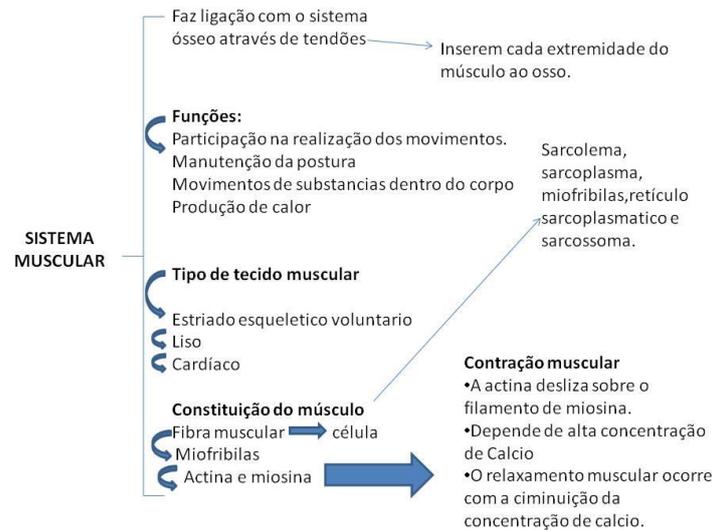


Figura 1 - Esquema - Sistema Ósseo

Ainda que o tema central dessa aula tenha sido o sistema ósseo e articular, a todo o momento retornava-se ao questionamento inicial, fazendo conexões entre os diferentes sistemas e inserindo discussões referentes ao sistema articular.

De maneira semelhante às aulas anteriores, na terceira aula os alunos foram questionados sobre o sistema articular: “Apenas o sistema ósseo e as articulações realizam o movimento?”. Essa pergunta possibilitou outro diálogo, entre os bolsistas e os alunos, que foi utilizado para integrar o sistema muscular aos demais sistemas. Novamente foram retomadas as hipóteses apresentadas pelos alunos na primeira aula, com destaque para aquelas que se referiam ao sistema muscular. O conteúdo estudado nesta aula também foi registrado pelos alunos por um esquema que representasse, para eles, os conceitos centrais. Após esse momento, construiu-se um esquema coletivo considerando os diferentes conceitos apresentados pelos alunos (função e tipos de músculo), sobre o sistema muscular, bem como os conceitos desconhecidos por eles, porém importantes para o aprendizado, tais como: a constituição do músculo e a contração muscular (actina, miosina). Uma representação do esquema que foi construído em sala de aula pode ser observada na figura 2.



**Figura 2** - Esquema - Sistema Muscular

### 3.3 Análise do(s) resultado(s):

Na quarta aula, os alunos foram questionados novamente sobre o problema central: “O que possibilita levantarmos um objeto?” e as discussões foram realizadas de acordo com as hipóteses iniciais e os conceitos discutidos nas aulas anteriores. Durante a discussão, foi possível verificar que outros conceitos foram destacados pelos alunos, como o carboidrato e os minerais, em especial, o cálcio. O trecho a seguir demonstra a maneira como os bolsistas desenvolveram a aula para instigar os alunos a participarem os diálogos.

B-02: *O que eu preciso para levantar um objeto pesado?*

A-10: *É preciso de um conjunto de ossos que são separados pelas articulações e cartilagens e unidos através dos ligamentos; e dos músculos que estão ligados com os ossos através dos tendões.*

A-11: *Força e energia.*

B-02: *Mas de onde vem a força?*

A-13: *A força dos ossos, dos músculos, articulação, vem do sistema nervoso através do impulso nervoso.*

B-02: *E a energia, como eu a obtenho?*

A-13: *Através das células.*

B-02: *Mas como a célula consegue energia?*

A-12: *Com o oxigênio, através da respiração celular.*

B-02: *Além do oxigênio, qual a outra maneira de obter energia?*

A-15: *Pela alimentação.*

B-02: *Quais são estes alimentos?*

A-14: *Carboidratos.*

B-02: *E para o sistema ósseo qual o alimento é importante para deixar os ossos fortes?*

A-12: *Alimentos com cálcio e vitamina D.*

No início do trecho, observa-se que quando questionados sobre “o que eu preciso para levantar um objeto pesado?”, a primeira resposta é do aluno A-10: “É preciso de um conjunto de ossos que são separados pelas articulações e cartilagens e unidos através dos ligamentos; e dos músculos que estão ligados com os ossos através dos tendões”. Percebe-se, nessa fala, que o aluno apresentou diferentes conceitos para a resposta, mostrando uma possibilidade de associação do sistema ósseo, muscular e articular.

Em seguida, o aluno A-11 responde que é necessário o uso da “Força...”, que, de acordo com A-13: “A força dos ossos, dos músculos, articulação, vem do sistema nervoso através do impulso nervoso”. Nota-se, com esses relatos, que o A-13 compreende que, para ter força, é necessário um trabalho de vários sistemas (ósseo, muscular, articular, nervoso), porém o aluno não consegue explicar com clareza qual a origem dessa força.

Quando questionados sobre “como eu obtenho energia?”, os alunos A-12 e A-15 afirmam que é mediante a “respiração” e a “alimentação”, respectivamente. Barbosa e Borges (2006) classificam a “energia” em diferentes categorias, sendo elas: 1) Antropocêntrica, 2) Reservatório, 3) Substância, 4) Atividade, 5) Funcional e 6) Fluido. A partir dessas categorias, as respostas de A-12 e A-15 podem ser categorizadas como “fluido”, pois compreende-se que, a partir de um determinado processo, a “energia” é transferida. No caso dos alunos, esse processo inicial seria a partir do oxigênio respirado e do alimento ingerido, os quais liberam energia para o organismo.

Segundo Barbosa e Borges (2006), o conceito de energia é um dos mais difíceis de ser ensinado e aprendido. Um dos motivos é pelo termo ser muito utilizado na linguagem cotidiana e ser confundido com outras ideias, como a de força e movimento. Além disso, esse conceito pode ser aplicado aos sistemas físicos, químicos e biológicos. Dentro desses sistemas, a energia é abordada de diferentes maneiras e formas, por exemplo: em um sistema físico, a energia pode ser vista na forma de calor, luz, som e eletricidade e, com isso, compreende-se que há transformação de energia na natureza; no sistema biológico, a energia pode ser obtida mediante a alimentação, sendo uma fonte para o crescimento e manutenção do corpo; e no sistema químico, observa-se a energia na forma de ligação entre os átomos e as moléculas. Os autores também relatam que é comum os estudantes utilizarem os termos “força” e “energia” como sinônimos e que, quando são capazes de diferenciá-los, os alunos ainda mantêm uma relação entre ambos os conceitos.

Verifica-se a partir das repostas dos alunos que, nesta aula, eles conseguiram relacionar os sistemas muscular, ósseo e articular com os mecanismos que possibilitam levantar um objeto e, ainda, relacionaram esses sistemas com demais conceitos, como a força e a energia. Observa-se, também, que os estudantes conseguiram explicar a origem da energia, para que possamos realizar um movimento. Podemos dizer que, nesta aula, houve uma superação, proporcionada, possivelmente, pelo uso de questionamentos que envolvem o cotidiano dos discentes.

### **3.4 Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema**

Na última etapa da sequência de resolução de problemas pelo EPI descrito por Clement e Terrazan (2012), o aluno deve ser capaz de fazer uma síntese explicativa do processo de resolução do problema, destacando os aspectos mais importantes desse processo. Assim, foi proposto aos estudantes, na aula anterior (Aula 04), que fizessem uma paródia em grupos de cinco integrantes, sobre o sistema ósseo, articular e muscular, a fim de responder ao problema real. A atividade era para ser entregue e apresentada na aula seguinte. No início da aula 05, verificou-se que apenas dois grupos haviam realizado a atividade proposta. Com base nesse resultado, foi solicitado aos demais alunos que fizessem um resumo sobre os assuntos abordados nas paródias apresentadas pelos colegas. Os resumos foram analisados e alguns trechos são discutidos a seguir.

Nas produções da paródia, os alunos A-06, A-07 e A-16 citaram: “sistemas que protegem e movimentam” e, nas produções de texto, observam-se expressões, como: A-17 - “os sistemas esquelético e muscular estão juntos na movimentação do nosso corpo”; A-15 - “o osso não se movimenta sozinho, ele precisa dos músculos e de energia”; e A-02 - “sistema esquelético protege os órgãos e movimenta o corpo, vitamina D e cálcio servem para fortalecer os ossos, os músculos também ajudam na movimentação e sustentação do corpo”. Com bases nesses trechos, pode-se inferir que alguns alunos conseguiram relacionar melhor os conceitos envolvidos na problemática, porém ainda não associam o sistema articular ao sistema locomotor.

A não referência ao sistema articular pode demonstrar que os alunos ainda apresentam dificuldades para inseri-lo aos demais sistemas, pois o consideram como parte do sistema ósseo. Esse fato pode estar relacionado à abordagem das articulações no conteúdo de sistema ósseo presente em alguns livros didáticos, nos quais encontramos, também, que o sistema locomotor é apenas o sistema ósseo e muscular, corroborando os resultados apresentados por Brito (2011) em sua pesquisa sobre a análise dos livros didáticos de Ciências e Biologia.

Nota-se que houve outro grupo, formado pelos alunos A-11, A-18, A-19 e A-20, que, na elaboração das explicações sobre o conteúdo, souberam articular melhor os conceitos e, a partir da paródia, cada um dos alunos teve interpretações diferentes e escreveu sobre o que havia entendido melhor. Dessa forma, na produção da redação, os alunos conseguiram relacionar as informações das atividades anteriores com o problema inicial.

Optou-se por trabalhar com a paródia, pois trata-se de um recurso lúdico que valoriza o saber científico pelo fato de proporcionar ao aluno a busca por informações além das apresentadas pelo professor. Além disso, a música está presente de forma intensa na vida dos estudantes e, dessa forma, o aprendizado ocorre de modo mais agradável e não convencional (Silva, Mertins, Samrsla, 2014; Ferreira, Lima, Jesus, 2013).

Assim, ao analisar o processo das aulas, a partir das atividades, é possível verificar que muitos alunos conseguiram organizar melhor os seus conhecimentos a respeito do conteúdo, quando comparado com as hipóteses iniciais apresentadas na aula 01. Em outras palavras, destaca-se que, inicialmente, as respostas apresentadas pelos alunos eram fragmentadas e, ao final das aulas, os estudantes conseguiram relacionar diferentes conceitos ao problema inicial. Porém, neste período de desenvolvido das atividades não foi observado a formulação de novas situações-problema por eles.

#### **4 Considerações Finais**

O propósito deste trabalho foi de analisar e refletir sobre o desenvolvimento de um MD elaborado e aplicado com base nas orientações do EPI, que teve como objetivo integrar três sistemas do corpo humano. A partir da análise realizada, foi possível verificar que, no decorrer das aulas, tanto os BIDs quanto os alunos apresentaram determinadas dificuldades para realizar o trabalho proposto.

A metodologia do EPI exige dos professores e dos alunos uma postura diferente da que estão habituados. Assim, alguns cuidados são necessários, como: a escolha do conteúdo que será abordado pelo problema real, o planejamento das aulas e o comportamento do professor (que deve aproximar-se de um mediador entre as hipóteses apresentadas e as ações que serão desenvolvidas pelo aluno, de modo que o estudante consiga realizar a atividade proposta). Consideramos, ainda, que para o aluno ter uma melhor adaptação à proposta investigativa, o professor deve explicar, no início do módulo didático, a metodologia que será utilizada, destacando que a participação dos discentes é importante, não apenas para o desenvolvimento da atividade, mas para a aprendizagem.

A escolha do conteúdo que será abordado pelo problema real é fundamental, pois observou-se, mediante a aplicação do MD, que os bolsistas abordaram o conteúdo dos sistemas ósseo, muscular e articular, quando deveriam ter focado na resolução do problema inicial e nas questões apresentada pelos alunos. Assim, optar por planos de aulas mais restritos pode ajudar em um melhor domínio do conteúdo e na transposição didática que será realizada.

Durante a realização das aulas, notou-se, inicialmente, que os alunos da educação básica tiveram dificuldade de se adaptar à metodologia e de fazer a relação entre os conceitos, o que pode revelar uma prática conteudista e fragmentada, realizada nas escolas. Assim, sugere-se que o trabalho a ser realizado com os alunos deve se aproximar da realidade e do contexto dos alunos, atraindo a atenção do estudante, para que ele possa compreender melhor o que está sendo estudado.

Em relação à prática docente, deve-se levar em consideração que, a partir do MD, os BIDs tiveram o primeiro contato com a sala de aula, na perspectiva de professores, e com os alunos do ensino médio. Dessa forma, a inexperiência também foi uma dificuldade enfrentada na aplicação das atividades. Porém, mesmo com as dificuldades, ao final da aplicação do MD, verificou-se que os alunos conseguiram relacionar melhor os conceitos, organizar as ideias e entender o que é necessário para que os sistemas trabalhem juntos na realização do movimento.

## 5 Referências Bibliográficas

- Aguiar, O., Jr. (1998). O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, No. 2, 1998, p. 107-120. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID\\_40/v3\\_n2\\_a1998.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID_40/v3_n2_a1998.pdf).
- Andreatta, S. A. & Meglhioratti, F. (2009). A. Integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no ensino de Biologia. Disponível em: <http://www.nre.seed.pr.gov.br/uniaodavitoria/arquivos/File/Equipe/Disciplinas/Biologia/oficina/SAIONARAIntegracaoconceitual.pdf>. Acesso em 17/09/2014 as 16:00.
- Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: A.M.P. Carvalho (org). *Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática*. Pioneira Thomson Learnig. São Paulo, Pp. 19-33.
- Barbosa, J. P.; Borges, A.T. (2006). O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, No. 2, ago. 2006, p. 182-217. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6275>.
- BAPTISTA, M. L. M.(2010) *Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico*. Tese de doutorado da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/1854>. Acesso em 16/08/2014 às 15:30.
- Brito, V. C.; Dos Santos, A. J. C. A. & Oliveira, de B. D. R.(2011). Análise da nomenclatura anatômica adotada nos livros de ciências e biologia. *Revista Didática Sistemica*, No 1, 2011, p. 3-19. Disponível em: <http://www.seer.furg.br/redsist/article/view/1823>.
- Carniatto, I.; Meglhioratti, F.A; Ferraz, D.F.; Amaral, A.Q.; Justina, L.A.D.(2013). Ensino de ciências e biologia por investigação: uma experiência do PIBID com acadêmicos do curso de ciências biológicas no ensino básico. In: Langer, A.E.S; Ribeiro, D.M.; Schroeder, T.M.R (org.). *PIBID: incentivo à formação de professores*. Evangraf, Porto Alegre, Pp.77-96.
- Carvalho, Í. N.; Nunes-Neto, N. F. & El-Hani, C. N. (2011). Como Selecionar Conteúdos de Biologia para o Ensino Médio?. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1588>.

- Clement, L.; Terrazzan, E.A. (2012). Resolução de Problemas de Lápis de Papel numa Abordagem Investigativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, No. 2, 2012, p. 98-116. Disponível em: [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID185/v7\\_n2\\_a2012.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID185/v7_n2_a2012.pdf).
- Correia, P. R. M.; Dazzani, M.; Marcondes, M. E. R. & Torres, B. B.(2003). A bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração dos conteúdos no ensino médio. *Química Nova na Escola*, No. 19, 2004, p. 19-23. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a06.pdf>
- Delizoicov, D. & Angotti, J. A.(1992). *Metodologia do Ensino de Ciências*. Cortez, São Paulo.
- Gerhard, A. C. & Rocha Filho, J. B. (2012). A Fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, No.1, 2012, p. 125-145. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID287/v17\\_n1\\_a2012.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID287/v17_n1_a2012.pdf).
- Guerra, A.; Freitas, A. G. J.; Reis, J. C. & Braga, M. A. (1998). A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. *Caderno Brasileiro de Física*, No. 1, 1998, p. 32-46. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6969>.
- Krasilchik, M.(2009). *Introdução à didática da biologia*. Escrituras: São Paulo.
- Lima, M. E. C. C.; David, M. A. & Magalhães, W. M. (2008). Ensinar Ciências por Investigação: Um Desafio para os Formadores. *Química Nova na Escola*, No. 29, 2008, p.24 – 29. Disponível em: <http://www.qnesc.s bq.org.br/online/qnesc29/06-RSA-7306.pdf>.
- Marconi, M de A. & Lakatos, E, M. (2004). *Metodologia científica*. Atlas: São Paulo.
- Nascimento, V. B. (2004). A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciência: unindo a pesquisa e a prática*. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, Pp. 35-57.
- Oliveira, F. (1998). *Ensino e investigação: algumas questões*. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/7931/2/5440.pdf>. Acesso em 17/09/2014 às 14:15.
- Rodrigues, B. A. & Borges, A. T.(2008). *O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica*. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/artigo4.pdf>. Acesso em 20/08/2014 às 10:00.
- Sá, E. F.; Figueiredo e Paula, H de; Lima, M.E.C.C. & Aguiar Jr, O. (2007). *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências*. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf>. Acesso em 15/07/2014 às 13:17.
- Sá, E. F.; Lima, M. E. C. C. & Aguiar Jr, O. (2011). A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, No.1, 2011, pp. 79-102. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID255/v16\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID255/v16_n1_a2011.pdf).
- Stanzani, L. de, E.; Broietti, F. C. D. & Passos, M. M.(2012). As Contribuições do PIBID ao Processo de Formação Inicial de Professores de Química. *Química Nova na Escola*. No. 4, 2012, pp. 210-219. Disponível em: [http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34\\_4/07-PIBID-68-12.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_4/07-PIBID-68-12.pdf).
- Silva, C. M da; Mertins, S.; Samrsla, V. E. E. (2014). Estratégias para o Ensino de Química: a utilização de paródias para tornar o aprendizado significativo. *Encontro de Debates sobre o Ensino*

*de Química*, 34, 2014, pp. 36-37. Disponível em:

<http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/edeq/article/view/11903>.

Ferreira, G.R.A.M; Lima, M.M da. C; Jesus, R. S de. (2013). *Paródias como Estratégia no Ensino de Biologia com Intermediação Tecnológica*. Disponível em

[www.abed.org.br/congresso2013/cd/325.doc](http://www.abed.org.br/congresso2013/cd/325.doc). Acesso em: 27/ 06/ 2014 às 16:15.

Vanzela. E.C.; Balbo. S.L. & Della Justina, L.A. (2007). A integração dos sistemas fisiológicos e sua compreensão por alunos do nível médio. *Arq Mudi*, No. 3, 2007, pp. 12-19. Disponível em:

<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/viewFile/20003/10829>.

Zômpero, A. F. & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, No. 3, 2011, pp. 67-80. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/309/715>.