

## PROPOSTA DIDÁTICA NO ENSINO INTEGRADO DA MORFOLOGIA: CÉLULAS E TECIDO ÓSSEO

*Didactic Approach In Integrated Teaching Of The Morphology: Cell And Bone Tissue*

**Regina Inês Kunz** [regina\_kunz@hotmail.com]

**Maria Raquel Marçal Natali** [mrmnatali@gmail.com]

*Universidade Estadual de Maringá*

*Av. Colombo, 5.790 Jd. Universitário, Maringá – Paraná – Brasil CEP 87020-900*

**Ednéia Fátima Brambilla Torquato** [edneiabt@gmail.com]

**Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro** [lucineia.cr@gmail.com]

**Lourdes Aparecida Della Justina** [lourdesjustina@gmail.com]

**Rose Meire Costa Brancalhão** [rosecb@gmail.com]

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná*

*Rua Universitária, 1.619 CP 701, Jd. Universitário, Cascavel – Paraná – Brasil CEP 85819-110*

### Resumo

O modelo de ensino transmissão-recepção, associado a uma metodologia fragmentada e baseada quase exclusivamente em livros didáticos, contribui para os índices insatisfatórios encontrados no aprendizado de ciências. A abordagem de conceitos de célula, tecidos e suas relações orgânicas no ensino de ciências, frequentemente se apresentam de difícil compreensão pelos alunos, por exigirem uma relação entre esses conceitos. Esse fato torna-se mais marcante no ensino de células e tecido ósseo, já que muitos alunos associam o osso e o esqueleto como um todo a uma estrutura inerte e sem vida. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo a elaboração de modelos didáticos, baseados em uma metodologia centrada no aluno. Os modelos apresentam conteúdos relevantes de acordo com a realidade do aluno, integrando conhecimentos celulares e teciduais do osso. Exploram atividades que envolvem o uso dos sentidos e do movimento, estimulando processos cognitivos de formação de memória. Na avaliação efetuada por professores da educação básica foram destacados ainda outros pontos positivos dos modelos, como reprodutividade, baixo custo e a aplicabilidade em sala de aula, indicando seu uso no ensino de ciências.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências, modelos didáticos, integração conceitual, educação básica.

### Abstract

The transmission-reception teaching model, together with a fragmented methodology based almost exclusively on textbooks, contributes to the unsatisfactory levels of knowledge in the sciences. Cell and tissue concept, and its organic relationship in science education are often difficult to understand by students for demanding a relationship between these concepts. This fact becomes more striking in teaching cells and bone tissue, because many students associate the bone and the skeleton to an inert and lifeless structure. In this sense, the present study aimed at the development of educational models based on a learner-centered methodology. Models feature relevant content according to the student's

reality, integrating cellular and tissue knowledge of the bone. The activities explore the use of the senses and movement stimulating cognitive processes of memory formation. The assessment carried out by basic education teachers were also highlighted other positive points of the models, such as reproducibility, low cost and applicability in the classroom, indicating its use in science education.

**Key-words:** Science education, didactic models, conceptual integration, basic education.

## Introdução

No ensino de ciências o conteúdo biológico envolvendo células, tecidos e sua relação com os sistemas do corpo humano são normalmente apresentados de forma fragmentada e descontextualizada, baseado em um modelo transmissão-recepção, com ênfase no verbalismo do professor e na passividade do aluno (Becker, 1994). Neste modelo centrado na figura do professor, se verifica o predomínio de uma única forma de representação o que dificulta o aprendizado e, como consequência, os alunos não conseguem estabelecer as relações necessárias ao entendimento da organização morfológica do corpo humano. Com isso, gera-se a necessidade do desenvolvimento de instrumentos que utilizem diferentes formas de representações, que capacitem o aluno a um pensar reflexivo e autônomo, desenvolvendo estruturas cognitivas que o leve a apropriação do conhecimento científico (Laburú et al., 2013).

O pluralismo de linguagens, obtido com o uso destas representações, possibilita uma melhor compreensão da realidade, que neste estudo se apresenta para o conhecimento da morfologia celular e tecidual de ossos do corpo humano. Ao ensinar células e tecidos se verifica a dificuldade dos alunos no seu entendimento e grande parte desta dificuldade ocorre porque enquanto unidades da vida a maioria das células são microscópicas. Além disso, muitas vezes, o conteúdo é abordado de forma isolada da organização orgânica, onde o principal recurso utilizado é o livro didático. Estas características tornam seu ensino sem significado e sem relação com a realidade vivencial do indivíduo (Krasilchik, 2005), como consequência, o aprendizado de células e tecidos, que formam a base do funcionamento orgânico nos seres vivos, não se concretiza.

Muitos alunos apresentam ideias distorcidas em relação aos seres vivos e células, e as dificuldades de compreender a célula são mais marcantes durante o ensino de tecidos e órgãos (Pedrancini et al., 2007). De acordo com Oliveira (2005), tais desafios podem persistirem até a graduação. Segundo Bertolli Filho e Obregon (2000), o estudo do corpo humano é considerado pouco ou nada interessante por alunos, indicando um fracasso na aprendizagem de seus constituintes e funções. Ainda, quando alunos são avaliados quanto a conhecimentos específicos e que exijam o estabelecimento de relações entre conceitos, como no caso da organização funcional de um organismo vivo, os percentuais de acerto situam-se abaixo de 50% (Paraná, 2001).

O reconhecimento e consequente entendimento de que a função orgânica é o resultado de um trabalho morfológico coordenado não é uma constante entre os alunos. E, um sistema em especial, o esquelético, apresenta um desafio a mais, pois muitas vezes, quando visto em museus ou nos laboratórios, é associado com uma estrutura inerte e sem vida. Não somente os alunos do ensino fundamental consideram os ossos do esqueleto como entidades não vivas, como também uma elevada percentagem de alunos do ensino médio (Caravita & Falchetti, 2005). Assim, é fundamental que os alunos compreendam que o osso é uma estrutura viva e dinâmica, formado por células que se organizam constituindo o tecido ósseo.

Dado o caráter microscópico dos aspectos celulares, bem como da composição óssea, Orlando et al. (2009) afirmam que para uma abordagem ideal é necessário boa infraestrutura de laboratório, com microscópios e aparelhagens de forma a possibilitar a observação e estudo dessas características. Porém, esta não é a realidade de grande parte das escolas brasileiras e, com isso, é

importante o desenvolvimento de instrumentos com metodologias adequadas ao ensino de conteúdos complexos e que possam segundo Borges (2012) não somente auxiliar, mas complementar e interferir no processo ensino e aprendizagem. O autor coloca ainda que um instrumento didático adequado deve se apresentar disponível ao professor, acessível em suas bases teóricas e metodológicas e se adequar aos objetivos propostos. Portanto, cabe ao professor analisar e selecionar os instrumentos que melhor atendam aos objetivos educacionais.

Modelos didáticos são instrumentos educacionais aplicáveis nos diversos níveis de ensino e que exercem forte influência no processo de ensino e aprendizagem (Gomes et al., 2008). Giordan & Vecchi (1996) colocam que um modelo didático é um sistema figurativo que pode assumir diversas formas, como jogos, esquemas e montagens, e que representam a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível ao aluno.

Neste contexto, considerando as dificuldades nos conceitos de célula e tecidos, a importância da compreensão da estrutura microscópica, como base para o entendimento das ciências biológicas, e a necessidade de um instrumento que utilize estratégias múltiplas voltadas ao estímulo cognitivo, o presente estudo objetivou o desenvolvimento de modelos didáticos que possibilitem o ensino integrado da morfologia microscópica do osso (células e tecido), além de evidenciar as percepções de professores de ciências sobre os modelos desenvolvidos.

## Desenvolvimento

De forma a embasar o trabalho pedagógico do professor no conhecimento da morfologia são apresentados inicialmente alguns pressupostos teóricos sobre o osso, tecido e células ósseas. Para tanto foram utilizadas de referências básicas da área de biologia celular, histologia e anatomia (Dângelo & Fattini, 2003; Kierszenbaum, 2004; Miranda Neto, 2006; Ovalle & Nahirney, 2008; Putz & Pabst, 2000; Spence, 1991). Na sequência são colocados os modelos didáticos com atividades que priorizam a utilização dos sentidos e do movimento, estimulando estruturas cognitivas voltadas ao processo de construção do conhecimento na área. Após apresentam-se os resultados da análise desses modelos por 17 professores da educação básica (P1 a P17) do Paraná em um curso de formação continuada vinculado ao Plano de Desenvolvimento da Educação do Paraná (PDE) 2014/2015, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel. Na análise foi utilizado um roteiro com questões norteadoras das discussões realizadas ao término do PDE (Quadro 1).

**Quadro 1:** Roteiro de avaliação dos modelos didáticos no ensino da célula e tecido ósseo.

1) Sexo:
2) Quanto tempo é professor no ensino de ciências?
3) Na sua formação acadêmica houve o ensino integrado dos sistemas orgânicos, em especial o esquelético?
4) A proposta apresenta uma visão morfológica integrada (células, tecido, órgão) do sistema?
5) Que aspectos positivos dos modelos didáticos poderiam ser destacados?
6) Que aspectos negativos dos modelos didáticos poderiam ser destacados?
7) É possível utilizar os modelos didáticos desenvolvidos dentro de sua realidade escolar? Você utilizaria?

8) Os modelos didáticos atingiram suas expectativas educacionais?
---

9) Que outras informações você gostaria de acrescentar?
---

### ***Pressupostos Teóricos: esqueleto, osso e células ósseas.***

O ser humano consegue ficar em pé porque tem o esqueleto, formado por ossos, cerca de 206. Em laboratórios ou museus quando vemos um esqueleto humano preparado, seus ossos estão secos, duros, quebradiços e sem vida. Porém, no organismo vivo são bem diferentes, os ossos que formam o esqueleto estão vivos, em constante mudança, crescendo e se regenerando mediante fraturas ou quebras. Este complexo sistema orgânico forma o eixo de sustentação do corpo e protege muitos órgãos internos, por exemplo, as costelas protegem coração e pulmões, crânio protege o encéfalo, e as vértebras protegem a medula espinal.

Quando em associação com a musculatura participam ativamente no movimento. Armazenam sais minerais, em especial íons cálcio e fósforo. Células sanguíneas (hemácias, leucócitos e megacariócitos<sup>1</sup>) são produzidas na parte mais interna de alguns ossos do corpo, como o crânio, coluna vertebral, quadril, esterno, costelas e as extremidades dos ossos longos. Esta parte interna é a medula óssea vermelha<sup>2</sup>.

Os ossos são também local de armazenamento de gordura. Nos primeiros 4 anos de vida quase todas as cavidades medulares presentes no interior do corpo dos ossos longos, estão compostas por medula óssea vermelha. Após essa idade, ela é gradativamente substituída por tecido adiposo, cujas células apresentam grande quantidade de caroteno, pigmento que confere cor amarela. A medula óssea amarela é popularmente conhecida como tutano, e atua no armazenamento de gorduras como material de reserva e de preenchimento.

Enquanto estruturas vivas do corpo os ossos necessitam de nutrientes e oxigênio, que aí chegam via vasos sanguíneos. Uma grande quantidade de vasos é observada na camada externa que reveste os ossos, o perióstio, estes vasos penetram e se ramificam no interior de cada osso, fornecendo também íons cálcio, entre outros minerais, responsável pela rigidez e força mecânica características.

Macroscopicamente, em um modelo de osso maduro podemos identificar 4 camadas. O perióstio, conforme colocado anteriormente é a camada mais externa de tecido conjuntivo, rica em vasos sanguíneos e células osteogênicas. Camada de osso compacto, mais densa e lisa, constituída de tecido ósseo organizado em lâminas concêntricas e faz parte dos denominados sistemas Haversianos. Esta camada é a que você observa quando olha um esqueleto. Camada de osso esponjoso, interna mais leve e esponjosa, nesta o tecido ósseo forma trabéculas, atuando como um sistema complexo de vigas internas. Esta camada é importante no auxílio ao movimento, se fosse sólida os ossos seriam muito mais pesados e difíceis de movimentarem. Os espaços entre as trabéculas são ocupados pela medula óssea. Endóstio, camada de tecido conjuntivo, assim como o perióstio, e é encontrada revestindo internamente a cavidade medular, os espaços internos dos ossos compacto e esponjoso.

O tecido ósseo é constituído por células e substância intercelular, a matriz óssea, é formada por substâncias orgânicas (colágeno), sintetizadas pelas células, e inorgânicas (cálcio e outros sais minerais), provenientes da circulação sanguínea. Os tipos celulares característicos do osso são os osteoblastos (do grego *osteon*, osso, e *blastos*, “célula jovem”), os osteócitos (do grego *kyton*, célula), os osteoclastos (do grego *klastos*, quebrar, destruir) e as células osteogênicas. Os osteoblastos atuam na síntese da parte orgânica da matriz óssea (osteóide), formada por proteínas, como o colágeno que

<sup>1</sup> São células que se fragmentam originando as plaquetas sanguíneas.

<sup>2</sup> Nos adultos cerca da metade da medula óssea é vermelha e a outra amarela; porém, esta proporção pode ser alterada por processos patológicos e perda de sangue, por exemplo, quando há necessidade de se produzir mais células sanguíneas.

confere resistência, elasticidade e flexibilidade ao tecido. Na matriz recém-sintetizada é depositado o cálcio e o fosfato, organizados em um complexo cristalino (hidroxiapatita) responsáveis pela dureza e rigidez do osso. Assim, um osso descalcificado torna-se flexível, já um osso incinerado torna-se quebradiço, devido à degradação proteica (em especial o colágeno).

Com a deposição da matriz óssea muitos osteoblastos ficam “aprisionados” no seu meio e, após calcificação, estas células passam por mudanças na sua estrutura, transformando-se em osteócitos, responsáveis pela manutenção da matriz.

O tecido ósseo é o principal local de armazenamento de íons cálcio<sup>3</sup> e, sempre que necessário este íon é retirado do osso e disponibilizado no sangue. A retirada do cálcio se faz via degradação da matriz óssea anteriormente formada e, para tanto, os osteoclastos, realizam esta tarefa. Eles liberam enzimas proteolíticas e ácidos, que destroem o tecido ósseo, liberando o cálcio. A ação dos osteoclastos também é importante no crescimento, mantendo a forma do osso, e na reparação óssea.

Assim, para que o osso não desapareça com o tempo, devido à degradação contínua, é necessário que sua produção seja constante. É importante salientar que este processo de renovação óssea não ocorre exclusivamente em ossos jovens, onde é mais característico, mas durante toda a vida da pessoa. Além disso, as células ósseas se desgastam, envelhecem e precisam ser substituídas, estima-se que em um adulto a substituição celular ocorra de 3 em 3 meses. Neste sentido, na estrutura do osso ocorrem células osteoprogenitoras ou osteogênicas, que são células-tronco capazes de se diferenciarem em células ósseas.

O processo de formação do osso (osteogênese ou ossificação) se inicia na 8ª semana do desenvolvimento embrionário e quando o bebê nasce alguns ossos são compostos por um material semi-rígido, a cartilagem, que com o crescimento é progressivamente substituída por osso. Assim, a infância e a adolescência são períodos importantes para o desenvolvimento do osso, quando ocorre a deposição de massa óssea e o esqueleto cresce em tamanho e densidade. Para a maioria das pessoas o pico de massa óssea no esqueleto, ou seja, quando ele alcança força e densidade máximas, ocorre aos 20 anos de idade. Portanto, neste período cuidados são essenciais para manter os ossos saudáveis, em especial, o fornecimento de nutrientes adequados. O processo de ossificação se completa com aproximadamente 25 anos de idade, quando os ossos alcançam seu tamanho máximo e o indivíduo para de crescer. A cartilagem permanece, por exemplo, nas extremidades de ossos longos, possibilitando o movimento sem desgaste.

Quando um osso se quebra ele é capaz de se regenerar. Na quebra ou fratura óssea o processo de regeneração do osso é lento, e pode levar meses a anos, até 10 anos. O novo osso formado é tão forte quanto antes da fratura e isto torna o tecido ósseo único, pois outros órgãos do corpo, como coração e pele formam cicatrizes nos locais de lesão.

Para identificar e analisar a fratura óssea se recorre a raios-X do local. Verificada sua presença, frequentemente se utiliza gesso, que objetiva restringir os movimentos de forma a facilitar a união das extremidades na posição correta. Durante as cerca de seis semanas em que o gesso se faz presente o osso ainda não está completamente formado, grande parte dele é cartilaginosa e, com isso, frágil. O gesso protege a cartilagem flexível enquanto ela se torna um osso e, depois de retirar o gesso, os músculos ao redor do novo osso estão fracos devido à falta de movimentação local. Assim, antes de retornar as atividades normais, é necessário fazer exercícios leves para fortalecer a musculatura.

---

<sup>3</sup> O cálcio é um elemento fundamental para o funcionamento normal do organismo, sendo obtido de alimentos da dieta diária. Ele proporciona rigidez não apenas aos ossos, mas também aos dentes e participa de diversos processos metabólicos como contração muscular, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, entre outros.

**Modelos didáticos.**

Modelos didáticos devem ser introduzidos de forma contextualizada, significativa para os alunos, motivando-os ao aprendizado, o que pode ser efetuado por meio de questionamentos sobre o sistema ósseo. Desta forma, é possível levantar as pré-concepções dos alunos, o que fornece ao professor subsídios para o direcionamento da ação pedagógica. Conforme Ribeiro e Núñez (2004, p. 37) “Os conceitos já assimilados de forma sistematizada são os inclusores. À medida que vão se tornando potencialmente inclusores, aumentam a capacidade cognitiva, porque incorporam a nova informação e ampliam as ideias já existentes na mente.” Questões relevantes sobre o sistema esquelético e o osso devem envolver, entre outras:

- Qual sua localização e importância?
- No ser vivente o esqueleto ou o osso estão vivos? Que evidências apresentam para a informação dada?
- Do que os ossos são feitos?
- Os ossos crescem? Como isto ocorre?
- Vocês conhecem alguma pessoa que já tenha fraturado um osso?
- O osso fraturado é capaz de se regenerar?

A seguir, são apresentados os modelos didáticos que exploram a organização macroscópica e microscópica do osso.

### **Modelo didático 1 – Estrutura Macroscópica do Osso**

O objetivo do modelo é apresentar a estrutura macroscópica do osso de forma a possibilitar, em conjunto com as demais, uma visão morfológica integrada. O procedimento metodológico envolve inicialmente a aquisição de um exemplar de osso, preferencialmente fêmur bovino (figura 01), que pode ser obtido em supermercados ou açougues, com o corte longitudinal do mesmo. Uma vez seccionado é possível identificar as camadas de osso compacto (localizada na periferia) e osso esponjoso (localizada nas extremidades – epífises). O perióstio se apresenta como uma camada membranosa que reveste externamente o osso. Já o endóstio não é claramente visível. A medula óssea amarela é observada no centro do osso. Uma melhor definição das diferenças entre as camadas compacta e esponjosa pode ser obtida utilizando-se de uma lupa de mão.



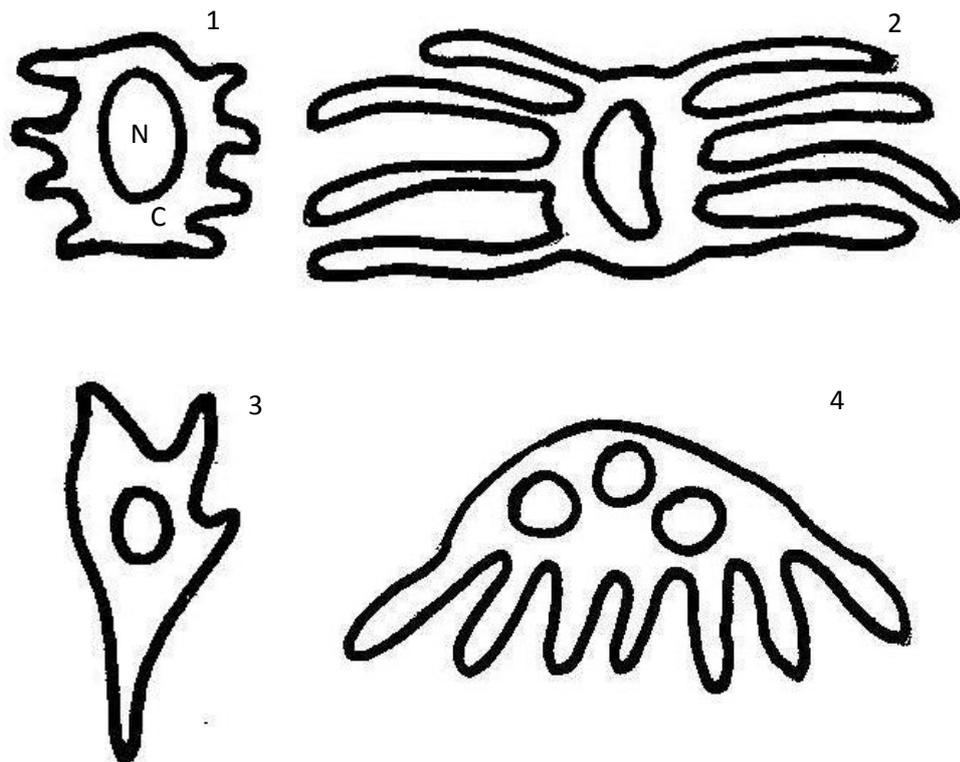
**Figura 01:** Fotografias de osso do fêmur bovino, corte longitudinal. Apresenta as camadas do osso compacto (Oc), osso esponjoso (Oe) e medula óssea amarela (Mo). A cor vermelha observada na medula resulta do rompimento de vasos sanguíneos do tecido. Fonte: Autores.

### Modelo didático 2 – Osso em Movimento: Osso Compacto e Esponjoso

Este modelo objetiva que o aluno reconheça que o movimento executado pelos ossos e, portanto, do esqueleto do corpo, é facilitado pela presença, na estrutura óssea, de uma parte compacta periférica (osso compacto) e outra contendo espaços, principalmente nas epífises (osso esponjoso). No seu desenvolvimento metodológico utilizar dois tubos de papelão (tubo central do papel higiênico ou de papel toalha) e vedar uma das extremidades com fita adesiva. Encher um dos tubos com pedras ou areia e o outro com esponja picotada (não encher totalmente, deixe um espaço de cerca de 1 cm); fechar a outra extremidade com a fita adesiva; identificar os tubos (esponja e pedra). Agora, sobre uma superfície plana (uma mesa, por exemplo), rolar os tubos de papelão com a mesma força e analisar os movimentos executados. Assim, é possível verificar que o tubo com esponja (osso esponjoso) é mais leve e se movimenta mais facilmente que o outro. Desta forma, no osso há uma distribuição ideal entre estes dois tipos, o que confere resistência e possibilita o movimento.

### Modelo didático 3 – Células do Tecido Ósseo

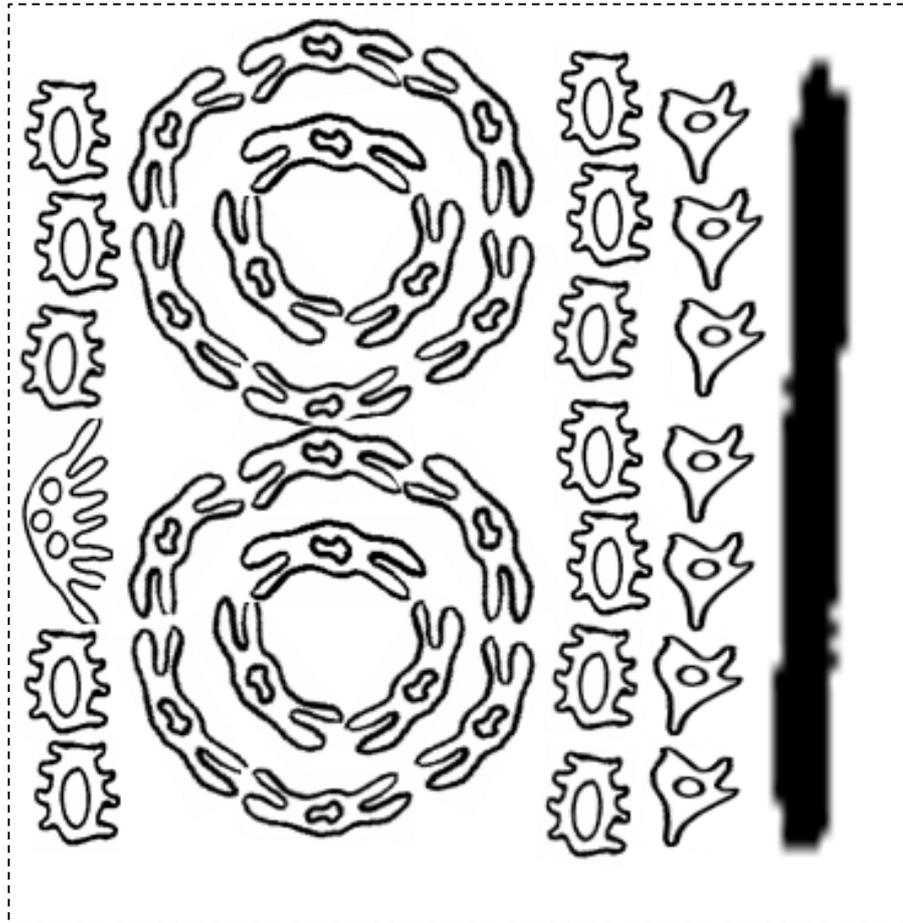
O objetivo é identificar os tipos celulares principais do osso reconhecendo suas morfologias diferenciadas (figura 02). Osteoblastos, são células cúbicas dispostas sobre a superfície óssea; osteócitos, fusiformes com longos processos citoplasmáticos (utilizados na comunicação entre células), e se localizam no interior de pequenas cavidades (lacunas) no osso, circundadas pela matriz óssea mineralizada; osteoclastos, células grandes multinucleadas, presentes na superfície óssea; e célula osteoprogenitora, fusiformes achatadas que também se localizam na superfície óssea. O método envolve a reprodução e transferência das imagens celulares (amplie se necessário) para cartolina ou papel cartão (utilize cores variadas para as células e seus núcleos). Fixar as imagens reproduzidas sobre roupa, avental ou outra superfície para uma apresentação coletiva da estrutura e função celular, que pode ser efetuada na forma de jogral.



**Figura 02:** Desenhos esquemáticos de células do osso. 1, osteoblasto; 2, osteócito; 3, célula osteogênica; e 4, osteoclasto. Núcleo (N) e citoplasma celular (C). As células 1, 2 e 3 são uninucleadas e a 4 multinucleada. Tamanhos não proporcionais. Fonte: Autores.

### Modelo didático 4 – Quebra-Cabeça do Tecido Ósseo

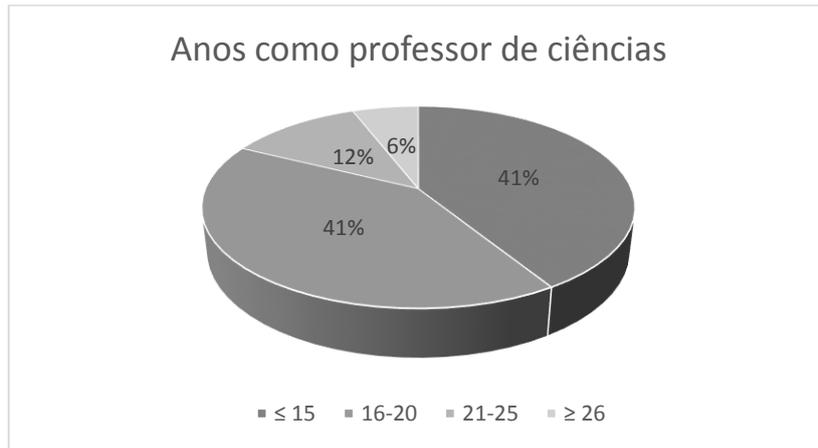
O objetivo é verificar que as várias células ósseas se organizam na formação do tecido ósseo, que por sua vez constitui o osso. O método envolve: a representação e identificação das células do modelo didático apresentado na figura 02 (ampliar as imagens se necessário); pintar os tipos celulares com cores específicas, ou transferir as imagens para papel colorido; recortar as células individualmente e montar sobre uma superfície (papel kraft, quadro de giz, entre outras), como um quebra-cabeça, seguindo o modelo de organização do tecido ósseo apresentado (figura 03), que no caso específico apresenta a arquitetura de um osso compacto. O fundo da superfície sobre a qual o tecido será montado irá representar a matriz extracelular calcificada ou mineralizada (matriz óssea).



**Figura 03:** Imagem do modelo esquemático de tecido ósseo, região de osso compacto. 1, osteoblasto; 2, osteócito; 3, célula osteogênica; 4, osteoclasto; e 5, periósteo. Verificar que os osteócito se organizam concentricamente no osso compacto (sistemas Haversianos). Tamanhos não proporcionais. Fonte: Autores.

### *Análise dos modelos didáticos.*

Os professores da educação básica, dos quais 94% eram do sexo feminino, apresentaram um tempo médio dedicado ao ensino de ciências de  $17 \pm 5$  anos, distribuídos conforme mostra a figura 04.



**Figura 04:** Gráfico ilustrando a distribuição dos professores entrevistados quanto ao tempo, em anos, dedicado ao ensino de ciências na educação básica.

Na sua formação docente a grande maioria colocou um ensino teórico e fragmentado, onde a informação se baseava em um aprendizado temporário advindo de termos e nomenclaturas “decorados”. No caso específico, o esqueleto humano foi o material didático que tiveram acesso nas práticas, sem haver, entretanto, a integração da informação morfológica, ou seja, esqueleto, tecido e células ósseas.

Nos relatos dos professores foi possível constatar ainda que o conhecimento sobre esqueleto e osso foi centrado na anatomia, não havendo a menção das demais disciplinas da área morfológica, como a citologia e a histologia. Da mesma forma, não se verificou informações sobre os aspectos evolutivos do esqueleto.

P9: *“Estudamos os sistemas de maneira individualizada, sem contextualização.”*

P4: *“Foram estudadas as partes do osso e a nomenclatura, com o uso de um esqueleto apenas.”*

P12: *“Só havia o esqueleto humano e tínhamos que decorar o nome de todos os ossos.”*

Estes fatos apontam as dificuldades nas aulas da graduação em construir uma visão integrativa e evolutiva necessários à formação docente. Assim, é difícil esperar que o professor apresente aulas dinâmicas, integrativas e ativas se na sua formação foi utilizada uma metodologia baseada na transmissão e recepção de conteúdos já elaborados e práticas do tipo receita. Malacarne (2007) em sua pesquisa sobre a formação e atuação de professores de ciências da educação básica da região Oeste do Paraná apontou para a necessidade de realização de projetos, além das disciplinas para a melhoria desta formação e superação de deficiências formativas. Evidencia-se, com isso, a

necessidade do desenvolvimento de atividades de formação que melhor qualifiquem para a atividade docente, concebendo o conhecimento científico na sua visão ampla e integrada.

A formação docente é um processo a longo e complexo onde são necessários conhecimentos e habilidades que não finalizam com a formação inicial recebida. Nóvoa (1996), nos possibilita refletir sobre a necessidade de uma formação capaz de desenvolver professores reflexivos, quando diz que:

A formação pode estimular o desenvolvimento profissional dos professores, no quadro de uma autonomia contextualizada da profissão docente. Importa valorizar paradigmas de formação que promovam a preparação de professores reflexivos, que assumam a responsabilidade do seu próprio desenvolvimento profissional e que participem como protagonistas na implementação das políticas educativas (...). (Nóvoa, 1996, p. 26).

Para tanto, é necessário que tenhamos professores que se mobilizem a superar obstáculos epistemológicos e desafios impostos pela profissão docente, o que promoverá no contexto escolar experiências educativas transformadoras. Ao reforçar essa reflexão, torna-se imprescindível repensar o perfil do professor que se quer formar e o papel das instituições formadoras, analisando e discutindo as várias realidades definidoras dessa formação. As mudanças devido aos desafios sócio-econômico-culturais-ambientais atuais da educação em nosso país, no que se refere aos cursos de formação de professores para atuarem na educação básica, têm que oportunizar a construção de atitudes e valores necessários para uma efetivação do conhecimento, de acordo com o que se está vivenciando (Fusinato, 2005).

Outro desafio na busca de um ensino de qualidade é a utilização e o desenvolvimento de métodos de ensino que possibilitem o estímulo neuronal adequado ao desenvolvimento cognitivo do aluno. Neste sentido, os modelos didáticos propostos neste estudo foram bem avaliados pelos professores, por possibilitarem uma visão integradora dos constituintes macroscópicos e microscópicos do osso e por utilizarem materiais de fácil aquisição e execução, como pode ser evidenciado nas falas a seguir:

P14: *“Utiliza materiais fáceis de se encontrar, motiva os alunos no trabalho. ”*

P3: *“Todos os materiais são de fácil visualização e bem didáticos. ”*

P12: *“Desperta a curiosidade, [...] demonstra a variedade de células desse tecido. ”*

P15: *“Utilizaria porque é um material de fácil confecção e permite que os alunos visualizem os diferentes tipos de célula e seu funcionamento integrado. ”*

Importante ressaltar a análise que fizeram dos modelos didáticos construídos em estimular a interação e a curiosidade em sala de aula, de modo que os alunos pudessem visualizar e compreender os constituintes do sistema esquelético, facilitando seu aprendizado. Esses mesmos motivos foram apontados em relação a aplicabilidade dos modelos, visto que todos os professores afirmaram que os utilizariam dentro de sua realidade escolar. Campos e Nigro (1999) afirmam que “não é somente com recursos fantásticos, coisas surpreendentes ou aparatos de alta tecnologia que os professores podem cativar e motivar os alunos nas aulas”. Para isso, é importante que o professor estimule e valorize as indagações dos alunos por meio de atividades diversificadas.

Entretanto, algumas dificuldades na execução das atividades propostas com os modelos também foram apontadas, como: o grande número de alunos por turma e o curto tempo da hora atividade, bem como da hora/aula. Ainda, outras dificuldades relativas a aquisição do osso e o odor exalado pela peça (atividade do modelo didático 01) foram mencionadas.

P4: *“Trabalhar essas atividades com turmas muito grandes. ”*

P14: *“A necessidade de mais tempo para a confecção dos materiais; são poucas aulas semanais da disciplina. ”*

P5: *“A dificuldade de se conseguir os ossos. ”*

P6: *“[...] muitos alunos poderão não gostar, pois muitas vezes exala mau cheiro. ”*

P2: *“O mau odor dos ossos. ”*

Mesmo assim, a maioria (70%) dos professores não consideraram que os materiais didáticos apresentados onerassem uma dedicação de tempo e recursos financeiros do que as atividades pedagógicas cotidianas, minimizando ou até mesmo desconsiderando possíveis aspectos negativos. Neste sentido, verifica-se cada vez mais que os professores da educação básica têm recusado o uso fiel de livros didáticos disponíveis no mercado, alçando mão de constantes adaptações, de forma a alcançar suas convicções pedagógicas e adaptá-las à sua realidade escolar. Porém, por vezes, essas reconstruções do livro didático não agradam, visto que o esforço, principalmente de tempo, despendido em tal tarefa é grande, sem muitas vezes ser traduzido em reconhecimento profissional (Megid Neto & Fracalanza, 2003).

Os professores relataram ainda que os modelos didáticos desenvolvidos alcançaram suas expectativas educacionais. Pontos como a inovação, a possibilidade de manipulação e aplicabilidade, bem como uma aula prática mais didática proporcionada pelos modelos no ensino do sistema esquelético foram apontadas nas discussões, o que pode ser constatado nas falas a seguir:

P1: *“São técnicas novas de trabalhar. ”*

P4: *“[...] nunca tinha pensado em demonstrar um osso em corte longitudinal [...]”*

P2: *“Ele é de fácil montagem, complementa as explicações e favorece a compreensão dos níveis de organização do corpo. ”*

P17: *“Porque na aula prática o toque e a manipulação dos ossos para análise das partes. ”*

P9: *“Pode ser utilizado como recurso didático na sala de aula. ”*

A prática permite a concretização do teórico e possibilita o envolvimento ativo do aluno, este dinamismo exerce uma ação motivadora, que facilita a compreensão do conteúdo que se está trabalhando. Para Fiorentini e Miorim (1990), o aprender deve ser significativo, envolvendo raciocínio, compreensão e reelaboração do saber historicamente produzido, vindo a superar uma visão antes ingênua, fragmentada e parcial da realidade. Assim, teoria e prática se integram de forma indissociável na construção do conhecimento científico (Modesto et al., 2011; Soares, 2009).

Os professores fizeram suas considerações finais, parabenizando a iniciativa pela proposição dos recursos didáticos e exaltando novamente a integração teórico/prática fornecida pelos mesmos. Sugeriram a adição de vídeos ilustrativos e o uso de um esqueleto durante o ensino do sistema ósseo. Horn e Matte (2015) sugerem uma metodologia eficaz, a base de suco do abacaxi (*Ananas comosus*), voltada ao preparo e montagem de esqueletos de animais com fins didáticos. Entretanto, estudos realizados por Pagel et al. (2015), mostraram que as aulas práticas por si próprias não garantem o aprendizado e discutem a importância da relação estreita teoria e prática no ensino. Além disso, os professores se mostraram interessados em outros modelos didáticos em ciências para enriquecer seu ensino e, sobretudo, melhorar o aprendizado dos alunos. Dados que podem ser constatados nas falas a seguir:

P7: *“Poderíamos utilizar o esqueleto humano. ”*

P10: “*Trabalhar com mais experiências referentes a ciências.*”

P8: “*Trabalhar com material para fazer experiências.*”

Há uma crescente dificuldade por parte dos professores em alcançar resultados satisfatórios no ensino, de forma a garantir a aprendizagem por meio da aquisição de conceitos científicos e do desenvolvimento das capacidades cognitivas e operativas dos seus alunos. Isso se torna perceptível nas constantes mudanças de planos pedagógicos e na participação cada vez maior desses profissionais em encontros e cursos nas áreas de Ensino e Educação. É de fato nesses eventos que fica claro o interesse dos professores por materiais didáticos (Fiorentini & Miorim, 1990), que possam favorecer o desenvolvimento de habilidades e competências, atitudes e valores, que levem ao desenvolvimento do pensamento.

Nessa perspectiva, o professor deve atuar como um mediador neste processo de construção do conhecimento, analisando métodos e procedimentos que preparem os alunos para o pensar. Em razão disto os modelos didáticos, quando bem organizados, facilitam a interação sujeito – objetos científicos, e se apresentam como elementos fundamentais da relação professor, alunos e o conhecimento.

### **Considerações finais**

Na concepção e no desenvolvimento dos modelos didáticos abordando os constituintes morfológicos do sistema ósseo, ou seja, células, tecido e o osso propriamente dito, deve buscar-se uma abordagem ativa de ensino, onde o aluno é o centro do processo de aprendizagem, ultrapassando a mera aula demonstrativa. Para cumprir esta finalidade, é necessário o planejamento das ações, levando-se em consideração: conteúdos relevantes, tendo como referência a realidade vivencial do aluno; atividades que permitem o envolvimento dos sentidos e do movimento, de forma a estimular processos neurobiológicos necessários à formação de memória; e a integração morfológica, possibilitando uma visão indissociável da área.

Salienta-se também a reprodutividade dos modelos, levando-se em conta a realidade das escolas, em especial as públicas, considerando sua infraestrutura, tempo e facilidade no manuseio. Dessa forma, assim como colocado por professores participantes dessa experiência de ensino, avaliamos como sendo positivo os modelos de morfologia do sistema ósseo desenvolvidos. Estes possibilitam superar práticas realizadas de maneira conteudista, fragmentada e descontextualizada da realidade dos alunos, dinamizando as aulas de ciências e garantindo envolvimento dos alunos. Além disso, oportuniza aos professores uma reflexão sobre o caminho percorrido, permitindo a (re) significação dos saberes e favorecendo uma nova prática docente.

### **Referências Bibliográficas**

Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K. & Walter, P. (2010). *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.

Becker, F. (1994). Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação e Realidade*. Porto Alegre, 19(1), 89-96.

Bertolli Filho, C. & Obregon, R. L. (2000). Corpo, comunicação e educação. *Ciência e Educação*, 6(1), 55-64.

- Borges, G. L. A. (2012). *Material didático no ensino de ciências*. Unesp/Univesp. Disponível em: [http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/47362/1/u1\\_d23\\_v10\\_t06.pdf](http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/47362/1/u1_d23_v10_t06.pdf). Acesso em: 10 mar. de 2013.
- Caravita, S. & Falchetti, E. (2005). Are bones alive? *Journal of Biological Education*, 39(4), 163-170.
- Dângelo, J. G. & Fattini, C. A. (2003). *Anatomia Humana sistêmica e Segmentar*. 2. ed. São Paulo, SP: Atheneu.
- Fiorentini, D. & Miorim, M. A. (1990). Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no ensino da Matemática. *Boletim da SBEM-SP*, 7, julho-agosto.
- Giordan, A. & Vecchi, G. (1996). *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Medicas.
- Gomes, F. K. S., Cavalli, W. L. & Bonifacio, C. F. (2008). *Os problemas e as soluções no ensino de Ciências e Biologia*. Paraná, XX Semana da Pedagogia. Disponível em: <http://www.unioeste.br/cursos/cascavel/pedagogia/eventos/2008/1/Artigo%2055.pdf>. Acesso em: 18 mai. de 2015.
- Horn, Â. C. M. & Matte, G. P. (2015). Uso do suco de abacaxi na preparação de esqueletos com fins didáticos. *Experiências no Ensino de Ciências*, 10(2): 83-88.
- Kierszenbaum, Abraham, L. (2004). *Histologia e biologia celular: Uma introdução à patologia*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Krasilchik, M. (2005). *Prática de Ensino de Biologia*. 4 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Laburú, C. E., Zompero, A. F. & Barros, M. A. (2013). Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(1), 7-24.
- Megid Neto, J. M. & Fracalanza, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9(2), 147-157.
- Miranda Neto, M. H. (2006). *Anatomia humana: aprendizagem dinâmica*. 3 ed. Maringá, PR: Clichetec.
- Nóvoa, A. (1996). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote.
- Oliveira, S. S. (2005). Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. *Educar*, 26: 233-250.
- Orlando, T. C.; Lima, A. R.; Silva, A. M.; Fuzissaki, C. N.; Ramos, C. L.; Machado, D.; Fernandes, F. F.; Lorenzi, J. C. C.; Lima, M. A.; Gardim, S.; Barbosa, V. C. & Tréz, T. A. (2009). Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, 1: 1-17.
- Ovalle, W. K. & Nahirney, P. C. (2008). *Netter, Bases da Histologia*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Paraná. (2001). *Caderno AVA 2000 Ciências: Uma Análise Pedagógica*. Secretaria de Estado da Educação, Paraná.

Pedrancini, V. D.; Corazza-Nunes, M. J.; Galuch, M. T. B.; Moreira, A. L. O. R. & Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 299-309.

Putz, R. & Pabst, R. (2000). *Sobotta: Atlas de Anatomia Humana*. 21 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Ribeiro, R. P. & Núñez, I. B. (2004). *A aprendizagem significativa e o ensino de ciências naturais*. In: Núñez, Isauro; Ramalho, Betania (Org.). *Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio*. Porto Alegre: Sulina, 29-42.

Spence, A. P. (1991). *Anatomia Humana básica*. São Paulo, SP: Manole.