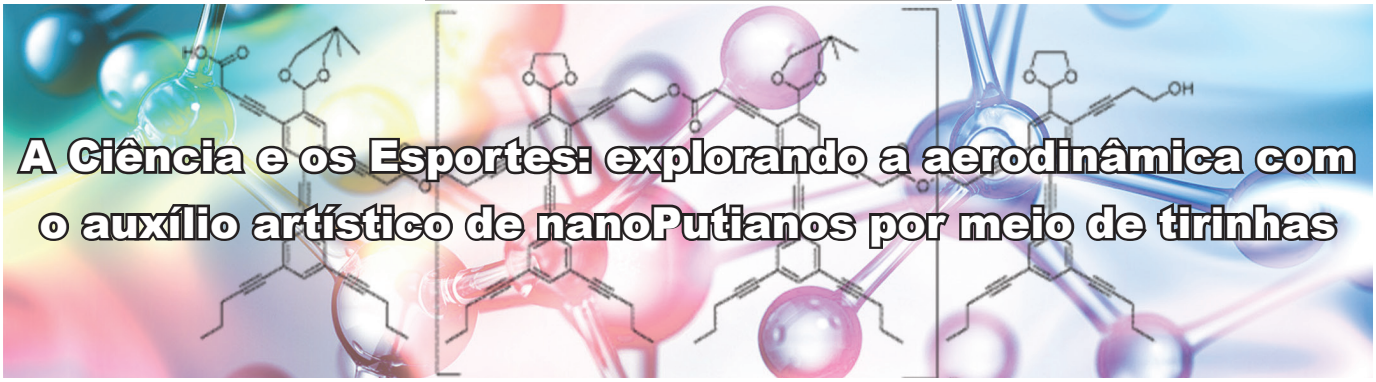
http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160204



A Ciência e os Esportes: explorando a aerodinâmica com o auxílio artístico de nanoPutianos por meio de tirinhas

Rosália Andrighetto, Maria E. R. Cardoso e Thiago de C. Luchese

Este artigo busca contribuir com a comunidade de educadores da Educação Básica por motivar o delineamento de proposições metodológicas e ações que vislumbrem um contexto de ensino-aprendizagem que vá ao encontro do que é proposto pela Base Nacional Comum Curricular. A inserção de uma estudante do Ensino Médio à iniciação científico-acadêmica foi usada como estratégia metodológica para fomentar um percurso formativo didático de ensino e pesquisa diferenciado. Junto a essa estudante, agente das ações e multiplicadora de conhecimentos frente a seus pares, foram desenvolvidas atividades dinâmicas tomando-se como temática central "Ciência e Esportes". Explorando o gosto por parte dos estudantes pelas atividades oriundas da Educação Física e a química espetacularmente divertida dos nanoPutianos, apresentamos uma proposta de abordagem a essa temática por meio de atividades e analogias para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem nas diferentes áreas do conhecimento escolar.

▶ ciências e esportes, ChemSketch®, nanoPutianos, PIBIC-EM, tirinha ◀

Recebido em 23/09/2019, aceito em 05/04/2020

Segundo Piaget (1982), a motricidade interfere na inteligência antes mesmo da aquisição da linguagem. De acordo com suas considerações, as percepções e o movimento, ao estabelecerem relação com o meio exterior, elaboram a função simbólica que gera a linguagem a qual dá origem à representação e ao pensamento. Para além dessa relevância, é fato que, mundialmente, existe forte apelo à importância da prática regular de exercícios físicos e da boa alimentação para a manutenção da saúde. A literatura científica tem ressaltado o benefício do exercício físico como coadjuvante no tratamento/prevenção das mais variadas condições clínicas e enfatizado que a insuficiência de atividade física já está sendo considerada um dos principais fatores das doenças não transmissíveis (Brown, 2012; Wiggins, 2018).

Dentre os principais objetivos da Educação Física escolar, os *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCNs) já citavam a compreensão do funcionamento do organismo e sua relação com a aptidão física, noções sobre fatores do treinamento em suas práticas corporais, estudos com perspectiva na cultura corporal e sobre atividade física como promotora de saúde (Brasil, 1997).

Entretanto, conforme estudo recente encomendado pela Organização Mundial da Saúde, é elevado o índice de pessoas sedentárias em todas as faixas etárias tanto em âmbito nacional quanto internacional (Steel, 2018). De acordo com essa pesquisa, a América Latina tem o maior índice de sedentários, sendo que o Brasil lidera com 47 % da população que não pratica exercícios físicos. Tem-se ainda como agravante o pressuposto de que, no caso específico de crianças e adolescentes, muitas vezes, a prática de exercício físico está limitada somente ao tempo das aulas de Educação Física no âmbito da escola.

Dentre os principais objetivos da Educação Física escolar, os *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCNs) já citavam a compreensão do funcionamento do organismo e sua relação com a aptidão física, noções sobre fatores do treinamento em suas práticas corporais, estudos com perspectiva na cultura corporal e sobre atividade física como promotora de saúde (Brasil, 1997). As *Orientações Curriculares para o Ensino*

A seção "Espaço Aberto" visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

Médio (OCN), em seu volume 1 Linguagem, Códigos e suas Tecnologias, dispunham que "a Educação Física do currículo escolar do Ensino Médio deve garantir aos seus alunos [...] iniciativa pessoal para criar, planejar ou buscar orientação para suas próprias práticas corporais" (Brasil, 2006, p. 225). De acordo com a *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC), a Educação Física, como componente curricular da área de Linguagens e suas Tecnologias, inclui entre suas competências específicas para o ensino fundamental "Refletir, criticamente, sobre as relações entre a realização das práticas corporais e os processos de saúde/doença, inclusive no contexto das atividades laborais" (BNCC, p. 223, 2018). Complementando o ciclo da Educação Básica, para o Ensino Médio (EM) a BNCC chama a atenção para o fato de que a Educação Física deve desafiar os estudantes "a refletir sobre essas práticas, aprofundando seus conhecimentos sobre as potencialidades e os limites do corpo, a importância de se assumir um estilo de vida ativo, e os componentes do movimento relacionados à manutenção da saúde" (BNCC, p. 284, 2018).

Desde a sua inclusão no currículo escolar até os dias de hoje, a participação da disciplina Educação Física no contexto pedagógico vem sendo discutida em relação aos seus conteúdos, a sua importância e a sua relação com outras disciplinas no projeto pedagógico, sobre *o que* e *como* ensinar e, até mesmo, a sua permanência (Castellani, 1998; Matos, 1999; González, 2010, 2013; Maldonado, 2015). Há apontamentos acerca da tendência à predominância da prática esportiva sobre qualquer outra manifestação da cultura corporal dentro do contexto das aulas de Educação Física (Sherer, 2000). Medina (1995), intitulando seu livro *A Educação Física cuida do corpo... e "mente"*, denunciava que, ao invés de haver preocupações com objetivos mais significativos, a cultura do corpo físico se manifestava com toda força, não propiciando espaço às dimensões mentais e sociais do ser humano. Entretanto, os relatos mais atuais demonstram novas (preocup)ações dinâmicas (González, 2010, 2013; Maldonado, 2015), fazendo-se necessárias tanto a aceitação quanto a dedicação dos professores para iniciar um trabalho no âmbito escolar, integrando a Educação Física com outras disciplinas em que os alunos demonstram dificuldades de assimilação (Vasconcelos, 2007).

Levando-se em consideração que: *i*) o EM tem como objetivo formar cidadãos alfabetizados cientificamente e preparados frente a um cenário fortemente influenciado pelas Ciências e Tecnologias; *ii*) a abordagem temática no processo de ensino-aprendizagem tem sido amplamente defendida pelos educadores como forma de prepará-los para a vida (Freire, 1975; Santos e Schnetzler, 2003); *iii*) o fomento à iniciação científica-acadêmica de estudantes do EM pela inserção no ambiente universitário tem sido exaltada como de grande valia para a produção de novos conhecimentos e de experiências pedagógicas e científicas inovadoras, tanto para o sujeito estudante quanto para o sujeito orientador (Andrighetto, 2019), de modo a contribuir para a formação de estudantes mais qualificados e preparados para a vida em âmbito social, acadêmico e profissional, bem como *iv*) na pressuposição de que a disciplina escolar Educação Física, aparentemente distante das demais disciplinas do currículo escolar, é potencialmente rica em atividades que os estudantes *a priori* gostam; e *v*) sendo a escola um espaço provedor de conhecimentos diversos e de incentivo aos hábitos saudáveis, a problematização para este trabalho norteou-se no seguinte questionamento: *Por quais meios (de que forma) aspectos oriundos das aulas de Educação Física, como disciplina escolar, pode-se contribuir para a aquisição e assimilação de conhecimentos no Ensino de Ciências, para além do próprio (re)conhecimento em si dos benefícios da prática regular de exercícios físicos por parte dos alunos da Educação Básica?*.

Sendo a Educação Física uma disciplina que lida com atividades corporais, as atividades advindas das aulas de Educação Física podem ser uma excelente oportunidade para inspirar a integração desse assunto com conteúdos diversos do Ensino de Ciências.

Sendo a Educação Física uma disciplina que lida com atividades corporais, as atividades advindas das aulas de Educação Física podem ser uma excelente oportunidade para inspirar a integração desse assunto com conteúdos diversos do Ensino de Ciências. Nesse contexto, um trabalho pedagógico de cooperação integrada no intercâmbio de experiências entre instituições de ensino (Universidade e Escola) e entre sujeitos (professores e estudantes) pode ocorrer mediante a interação e o empenho coletivo em busca de objetivos comuns, através de atividades e projetos de estudo, pesquisa e ação. Sendo assim, construímos uma proposta de projeto educacional pedagógico que teve como objetivo a busca por caminhos que possam direcionar a prática de atividades dinâmicas.

Intencionando-se um ensino diferenciado das Ciências e o estímulo nesse processo, valendo-se da pressuposição da possível união de uma diversidade de estilos e gostos, explorou-se o *costumeiro gosto* por parte dos estudantes pelas atividades oriundas da Educação Física e a química espetacularmente divertida dos nanoPutianos – desenhados a partir do *software* ChemSketch®[1] – e apresenta-se aqui um recorte dos nossos resultados.

Objetivos e percurso metodológico

Considerando a quinta competência geral da Educação Básica constante na BNCC, a saber:

> *Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva* (BNCC, 2018, p. 9).

pressupomos que o desenvolvimento de ações lúdico-informativas mediadas por ferramentas tecnológicas que conectem transversalmente e de forma integrada temas pertinentes a área de Linguagens e suas Tecnologias e a de Ciências da Natureza e suas Tecnologias seja potencialmente útil como estímulo a mudanças atitudinais, (re)significando o conhecimento inicial de estudantes do EM.

Para tal, primeiramente convidou-se a estudante do 2° ano do EM de uma escola estadual pública a desenvolver as atividades de Iniciação de Pesquisa Científica previstas em um projeto científico-pedagógico fomentado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PRO-ICT/UFFS) para o EM e PIBIC-EM/CNPq/2018-2019. Levando em consideração o profundo interesse particular por parte dessa estudante bolsista em direcionar-se profissionalmente à área da Educação Física, intencionamos desenvolver ações no sentido de explorar caminhos passíveis de contemplar abordagens a aspectos oriundos da Educação Física visando aliançar as áreas do conhecimento. Primando por possibilitar a essa bolsista de iniciação científica júnior uma vivência formativa que contemplasse a química e que abarcasse o seu gosto pela Educação Física, na busca por demonstrar que as ações praticadas podem ser usadas não somente para desenvolver o lado motor, mas também podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem escolar como um todo, os direcionamentos da pesquisa foram no sentido de estimular a estudante (agente multiplicadora das ações) a propor formas pelas quais aspectos trabalhados pela Educação Física pudessem ser associados diretamente aos conteúdos de Ciências da Natureza (CN) (e vice-versa) para que se trabalhasse o lado cognitivo e, também, auxiliasse no processo de ensino-aprendizagem interdisciplinar.

Durante o percurso metodológico utilizou-se de diversos instrumentos, tanto de natureza operacional (*software* ChemSketch®) quanto dialógica e lúdica (leituras e análises reflexivas de textos de divulgação científica; rodas de conversa; oficina didática), tendo-se instigado continuamente a estudante do EM a atuar ativamente como agente multiplicadora de conhecimentos junto a seus pares. A estudante foi incentivada a direcionar o olhar para seu ambiente escolar a fim de suscitar reflexões acerca das práticas pedagógicas da Educação Física e do Ensino de Ciências, tendo-se por intenções iniciais o levantamento e indicações (por parte dessa estudante) de possibilidades de integração entre tais disciplinas no âmbito escolar, com o intuito de delinear formas diferenciadas e prazerosas no processo de ensino-aprendizagem.

Durante o percurso metodológico utilizou-se de diversos instrumentos, tanto de natureza operacional (*software* ChemSketch®) quanto dialógica e lúdica (leituras e análises reflexivas de textos de divulgação científica; rodas de conversa; oficina didática), tendo-se instigado continuamente a estudante do EM a atuar ativamente como agente multiplicadora de conhecimentos junto a seus pares.

Ao longo dos seis meses pertinentes à execução do projeto educacional pedagógico norteador (que consistiu em ações desenvolvidas pela bolsista no âmbito da universidade, sob orientação individual e direta dos docentes, e em intervenções paralelas elaboradas e desenvolvidas por essa bolsista em sua escola junto aos estudantes voluntários), incentivou-se a busca por diálogos entre a estudante bolsista e seus professores das disciplinas de Educação Física e das CN e, também, com os demais estudantes da sua escola. Com as ações interativas e dialógicas da bolsista junto aos seus pares, buscou-se promover uma consequente valorização e interesse pelos estudantes da Educação Básica na compreensão de conteúdos referentes à área de CN inter-relacionados às atividades práticas da Educação Física – pelas quais, em geral, os estudantes têm apreço – e seus reflexos para a preocupação com o manter-se com boa saúde.

Assim, o trabalho esteve fundamentado nos seguintes objetivos específicos: *i*) inserir estudante(s) do EM no espaço universitário promovendo a iniciação científico-acadêmica (de forma direta e indireta); *ii*) aperfeiçoar conhecimentos pré-existentes desses estudantes em formação escolar, proporcionando a eles qualificação no âmbito da pesquisa científica, elaboração de trabalhos/artigos científicos e materiais/recursos didático-pedagógicos; e *iii*) oportunizar o conhecimento e a manipulação de recursos de Tecnologias de Informação e Comunicação, valendo-se das potencialidades do ChemSketch® (um *software* gratuito, acessível, de fácil instalação e de grande utilidade prática) como um instrumento metodológico operacional, intencionando-se a sua disseminação como recurso didático-pedagógico para o contexto escolar.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa se apoiou em três etapas principais protagonizadas pela estudante bolsista de iniciação científica júnior e pesquisadora iniciante: *i*) Na 1ª etapa foi feita uma investigação com o intuito de detectar a concepção da bolsista sobre o intercâmbio entre aspectos da Educação Física e o Ensino na área das CN. Para isso, foram desenvolvidos e aplicados questionários contendo perguntas que investigaram os conhecimentos iniciais da estudante e possibilitaram que ela relatasse a sua visão quanto aos *porquês* da disciplina de Educação Física ser parte integrante do currículo escolar e da importância da prática regular de exercícios físicos; *ii*) Na 2ª etapa, foram planejadas atividades direcionadas a inter-relacionar aspectos da Educação Física e conteúdos da área das CN. A estudante, protagonista das ações, foi instigada a investigar e analisar a visão dos (entre os) seus pares, tanto anteriormente quanto posteriormente às intervenções dialógicas empreendidas no ambiente escolar, quanto aos *porquês* da disciplina de Educação Física fazer parte integrante do currículo escolar e por que o hábito de exercitar-se é saudável. Avaliando, desta forma, se os estudantes entendem o que ocorre com o organismo durante e após o exercício físico e compreendem a necessidade e o porquê de ser saudável a prática regular de

exercícios físicos; *iii*) Na 3ª etapa, avaliou-se as concepções apresentadas na etapa anterior (sem a intervenção) e posterior (com a ação interdisciplinar), com o objetivo de constatar as possíveis contribuições deste intercâmbio na aprendizagem dos estudantes.

As ações foram desenvolvidas no contraturno das atividades regulares de aula da estudante bolsista, com orientações semanais durante seis meses. Houve orientação e estímulo diretos ao compartilhamento de informações e aprendizagens junto aos pares da estudante no decorrer desses seis meses. A execução de atividades desse tipo requer vários encontros devidamente preparados para que possam ser produtivos no sentido pedagógico. Acreditamos que um bom planejamento por parte do professor, que está devidamente familiarizado com a operacionalidade e funcionalidades do ChemSketch®, permitiria execução de atividades análogas às sugeridas aqui em 3 ou 4 períodos.

NanoPutianos: um estudo por meio do ChemSketch®, tirinhas e analogias interdisciplinares

Os nanoPutianos (Chanteau, 2003) emergiram como resultado da busca empreendida por trazer e aproximar elementos da química para dialogar em um contexto alicerçado nas ações proporcionadas pelas atividades práticas da Educação Física escolar. Assim, lançamos mão da existência dessas moléculas orgânicas sintéticas para dar vida a elas como personagens lúdicos para a mediação dos conhecimentos por meio do gênero tirinha, "que têm grande aceitação seja do público juvenil, seja do infantil" (Vargas, 2011, p. 127). Especificamente, o *software* ChemSketch® foi usado para a representação artística e o estudo químico dessas estruturas moleculares bi- e tridimensionais (2D e 3D) com a mediação da temática integradora *Ciência e Esportes*, para a promoção da abordagem de aspectos inter-relacionados às áreas de Educação Física e de CN, a saber: a química presente no teste antidoping e nos materiais esportivos (bolas, gramados sintéticos, goleiras); o gasto energético com atividade física; os conceitos da física intrínsecos aos movimentos acrobáticos e aerodinâmicos das jogadas e tacadas; o benefício do exercício físico à saúde e qualidade de vida.

Para o uso exploratório das possibilidades de representação de fórmulas estruturais por meio da química dos nanoPutianos e uso de analogias para o estudo de conteúdos das referidas áreas de uma forma mais instigante, o percurso formativo foi direcionado por desafios propostos que visaram à criação de desenhos artísticos com a representação de situações relacionadas à prática de esportes, atividades e exercícios físicos ou brincadeiras e paralelos com conteúdos da área de CN. Inicialmente, sob orientação e mediante estudos dirigidos, a estudante bolsista familiarizou-se com o *software* ChemSketch® e, posteriormente, foi capaz de disseminar esse conhecimento operacional entre os seus pares.

Para o uso exploratório das possibilidades de representação de fórmulas estruturais por meio da química dos nanoPutianos e uso de analogias para o estudo de conteúdos das referidas áreas de uma forma mais instigante, o percurso formativo foi direcionado por desafios propostos que visaram à criação de desenhos artísticos com a representação de situações relacionadas à prática de esportes, atividades e exercícios físicos ou brincadeiras e paralelos com conteúdos da área de CN.

Os nanoPutianos (*nanoputians*) ou nanogarotos (*nanokids*) consistem em uma série de moléculas cujas fórmulas estruturais lembram seres humanos. A denominação deriva de *nano* (em escala de 10^{-9} m) e *liliputiano* (os habitantes minúsculos da pequena ilha de Lilliput, personagens do livro de Jonathan Swift *Viagens de Gulliver*, de 1726). Assim o autor descreveu a chegada de seu personagem, Lemuel Gulliver, às "pequenas" terras de Liliput:

> *...senti mover-se qualquer coisa em cima da minha perna esquerda, coisa que me avançava suavemente sobre o peito, e me subia quase ao queixo. Qual não foi o meu espanto quando enxerguei uma figurinha humana que pouco mais teria de seis polegadas*[2]*, empunhando um arco e uma flecha, e com uma aljava*[3] *às costas! Quase ao mesmo tempo os meus olhos viram mais uns quarenta da mesma espécie. Desatei de repente a soltar gritos tão horríveis, que todos aqueles animálculos fugiram aterrorizados* (Swift, 2004 [1726], p. 26).

Em 2003, Chanteau e colaboradores desenharam e sintetizaram os compostos nanoputianos como parte de uma disciplina de educação química para jovens estudantes, como uma forma alternativa de estimular o interesse dos jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais na química orgânica. Para uma descrição geral desses compostos podemos usar como exemplo o NanoKid (ou nanoGaroto) cuja nomenclatura sistemática corresponde a 2-(4-{2-[3,5-bis(pent-1-in-1-il) fenil]etinil}-2,5-bis(3,3-dimetil-but-1-in-1-il)fenil)-1,3-dioxolano. Conforme ilustra a Figura 1, a estrutura do NanoKid consiste em dois anéis benzênicos ligados por dois átomos de carbono em ligação tripla (que fazem o papel de corpo), quatro acetilenos, cada um ligado a um grupamento alquila, nas extremidades (fazendo o papel de braços, mãos, pernas e pés), e um anel 1,3-dioxolano (como cabeça) – sendo que os grupamentos e disposições podem variar de acordo com o interesse sintético e artístico. O NanoKid pode servir como "progenitor" dos NanoProfissionais, mudando-se o grupo acetal da "cabeça". Isso é feito, em geral, usando um diol característico e radiação de micro-ondas. Assim sendo, existem vários nanoPutianos já sintetizados. Segundo a numeração da Figura 1: 1) NanoAtleta; 2) NanoPeregrino; 3) NanoBoina-verde (um apelido para militares devido ao

seu chapéu característico); 4) NanoBobo (menção à figura do bobo da corte); 5) NanoMonarca; 6) NanoTexano; 7) NanoUniversitário; 8) NanoPadeiro; e 9) NanoChef (Chanteau 2003a, 2003b).

Salientamos que diversos são os conteúdos que podem ser associados à exploração dos desenhos químicos dos nanoPutianos (analogia ao visual, literário e histórico[4]) em analogias que lembrem a cenários de esportes, atividades e exercícios físicos ou brincadeiras. Para exemplificar, de maneira geral e sucinta pode-se: *i*) explorar a verificação do ângulo entre as ligações e comprimentos de ligações com um paralelo às correspondentes energias de ligação e propriedades físico-químicas; *ii*) incentivar o reconhecimento de funções orgânicas, o emprego da nomenclatura de compostos orgânicos, bem como, promover o estudo de mecanismos das reações químicas que dão origem aos nanoPutianos; *iii*) suscitar compreensões advindas de questionamentos acerca da natureza química de artefatos envolvidos como: a diversidade de bolas usadas nos diferentes esportes (futebol, tênis de mesa, basquete, golfe – cada uma com suas particularidades e aerodinâmica); os gramados sintéticos; rede de goleiras; *iv*) promover discussões acerca dos testes antidoping; *v*) abordar conceitos e leis da Física por meio do estudo da aerodinâmica das bolas, da dinâmica de projéteis, da cinemática, do centro de massa das moléculas, da dinâmica de rotações, entre outras. Todos esses aspectos podem fomentar discussões acerca da importância da realização regular de exercícios físicos na manutenção da saúde. Algumas sugestões de relações estão organizadas e ilustradas na Figura 2.

Para inspirar novas proposições metodológicas exploramos as potencialidades do ChemSketch® e apresentamos algumas das tirinhas que foram desenvolvidas em sua plenitude na interface de trabalho desse *software* (Figuras 3-6), inspiradas no contexto das ações desenvolvidas junto aos estudantes (Figura 7).

Ao considerar os nanoPutianos como sendo uma analogia literária ao povo liliputiano, a tirinha 1 foi pensada ao fazer uma comparação entre suas alturas e um questionamento acerca de *quanto menores são os nanoPutianos em relação aos liliputianos, do alto dos seus 15 centímetros?* Os nanoPutianos não são de 1 cm, nem de 1 mm ou 0,01 mm de altura, mas sim de alguns nanômetros de altura, ou seja, da ordem de 0,000000001 m (um bilionésimo do metro, ou $1x10^{-9}$ m). *Com todo esse tamanho, quantos nanoPutianos seriam necessários para abraçar a borda de um alfinete?*[4] Além da fama dos liliputianos na química dos nanoPutianos, também se mencionou que, no Irã, os habitantes de uma aldeia raramente mediam mais do que 1 metro de altura no início do século passado[5].

Ao considerar os nanoPutianos como sendo uma analogia literária ao povo liliputiano, a tirinha 1 foi pensada ao fazer uma comparação entre suas alturas e um questionamento acerca de *quanto menores são os nanoPutianos em relação aos liliputianos, do alto dos seus 15 centímetros?*

De uma brincadeira de "virar estrelinhas" resultou a tirinha 2 e a abordagem que envolve o estudo da posição corporal específica que se faz necessário adotar em cada um dos estágios no decorrer do movimento. Ao contrário de um acrobata que modifica a sua distribuição de massa para otimizar o seu movimento acrobático, se dobrando e desdobrando,

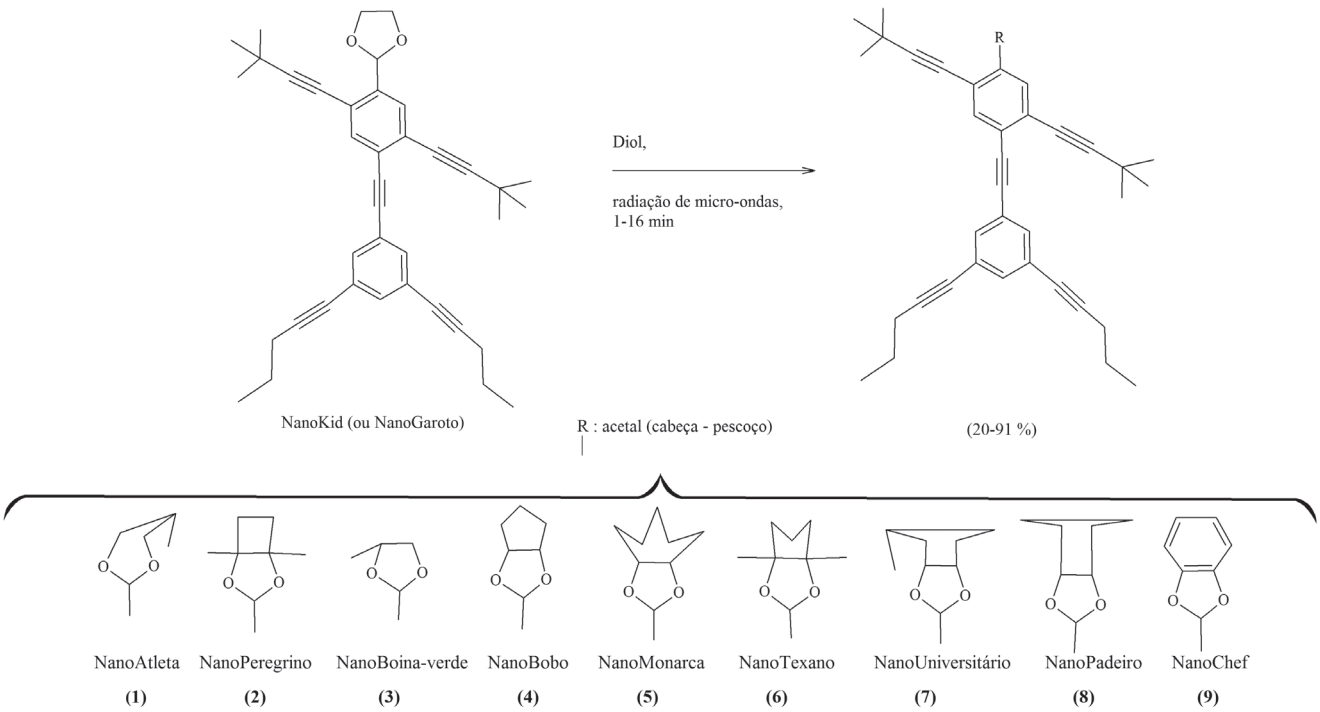


Figura 1: NanoKid e NanoProfissionais (adaptado de Chanteau 2003a, 2003b).

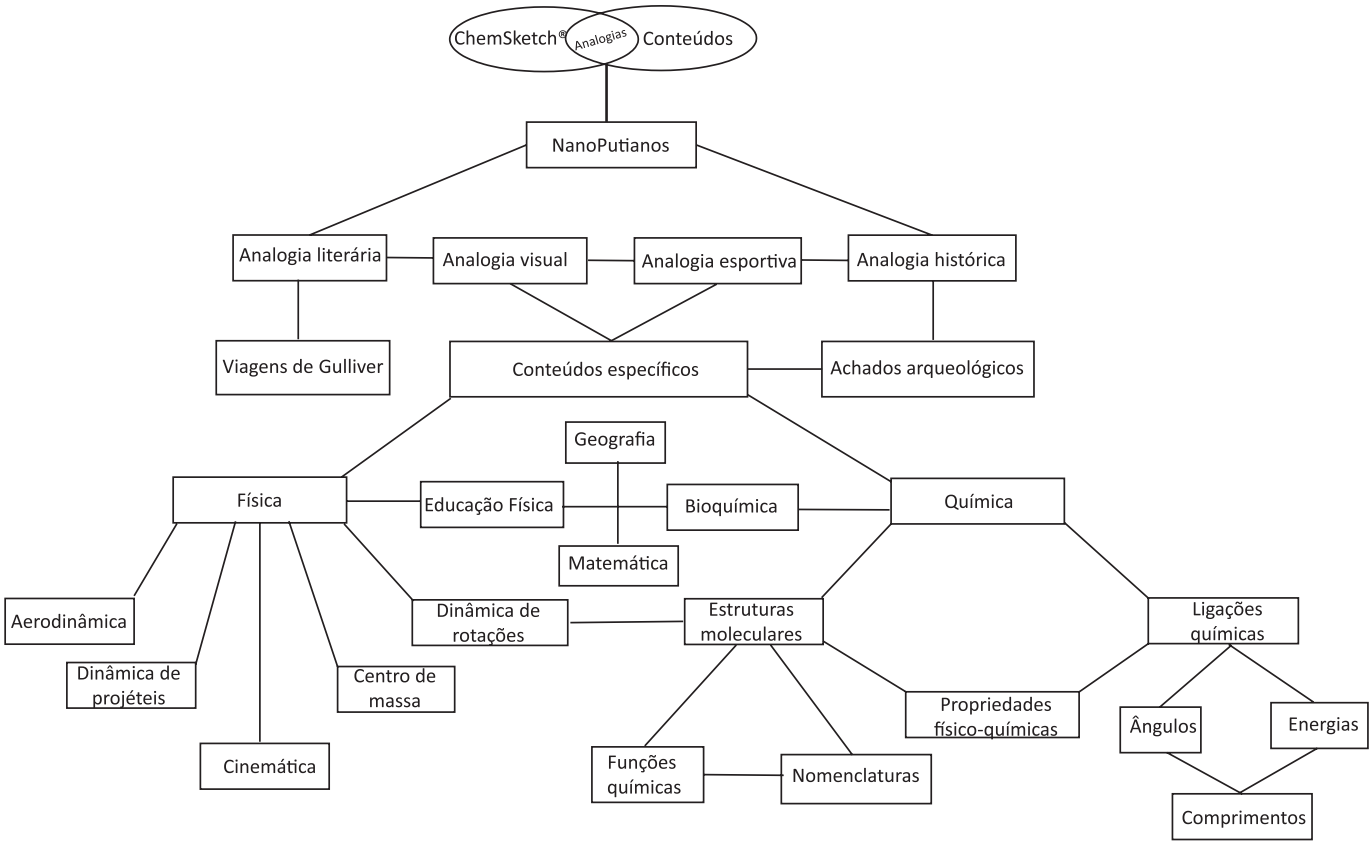


Figura 2: Sugestões de associações decorrentes da proposição metodológica.

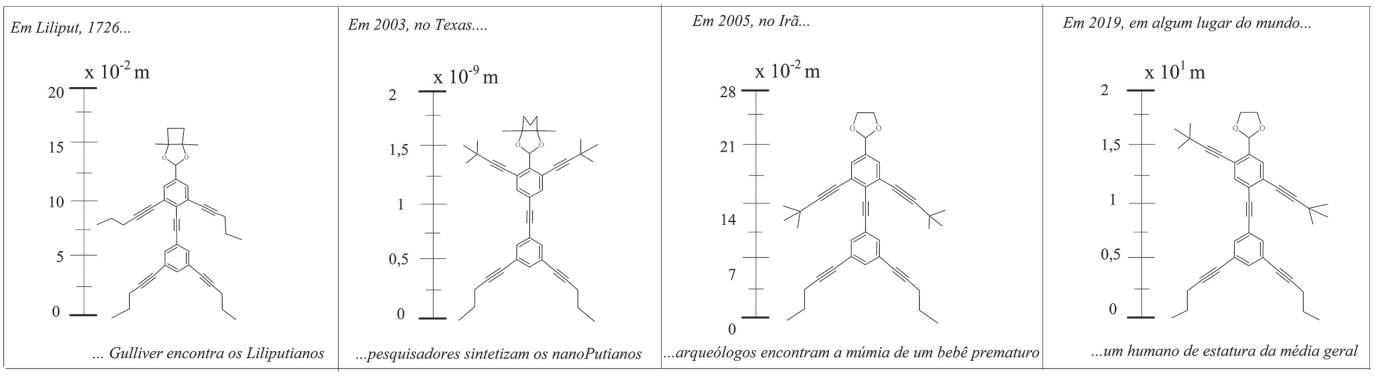


Figura 3: Tirinha 1: comparando alturas e estudando escalas.

o nanoPutiano, por sua vez, não tem tal flexibilidade por conter informações estruturais na sua representação (um verdadeiro acrobata conseguiria virar a estrelinha sem tocar as mãos no chão por poder aproximá-las ao seu corpo no momento exato do movimento).

O desenho à mão livre da tirinha 2, embora seja um boneco de traço e ponto, seria extremamente difícil para um não profissional da arte de desenho em perspectiva. O uso do *software*, nesse sentido, permite girar arbitrariamente a estrutura no espaço sem nunca alterar as ligações, mantendo seus ângulos e comprimentos, cabendo ao mediador (professor, estagiário, pibidiano, residente, monitor, tutor) destacar sempre a importância de não violar a representação realística precisa de ligações moleculares.

De uma partida recreativa de futebol com regras livres (chamada pelada, racha, rachão ou baba no Brasil), pensou-se na tirinha 3, a qual ilustra a trajetória parabólica da bola vista pela torcida.

E, de um jogo de vôlei, para descontrair, resultou a tirinha 4. Poderíamos ainda reproduzir outros tantos cenários (seja no mar ou rio, no ar ou na terra) contendo os mais variados aspectos que a imaginação e a criatividade (tanto de expressão quanto de relações conceituais) permitam conceber no decorrer da metodologia didático-pedagógica empregada.

Assim, apresentamos, promovemos e disseminamos o uso do ChemSketch® de uma forma lúdica e estimulante; tendo sido constatado o profundo apreço por parte dos estudantes pelas atividades e oportunidades de aprendizagens oriundas de sua manipulação – seja direcionada ou livre (espontânea). Essa forma de abordagem dos conteúdos (por meio da química dos nanoPutianos, de tirinhas e das analogias decorrentes) mediada

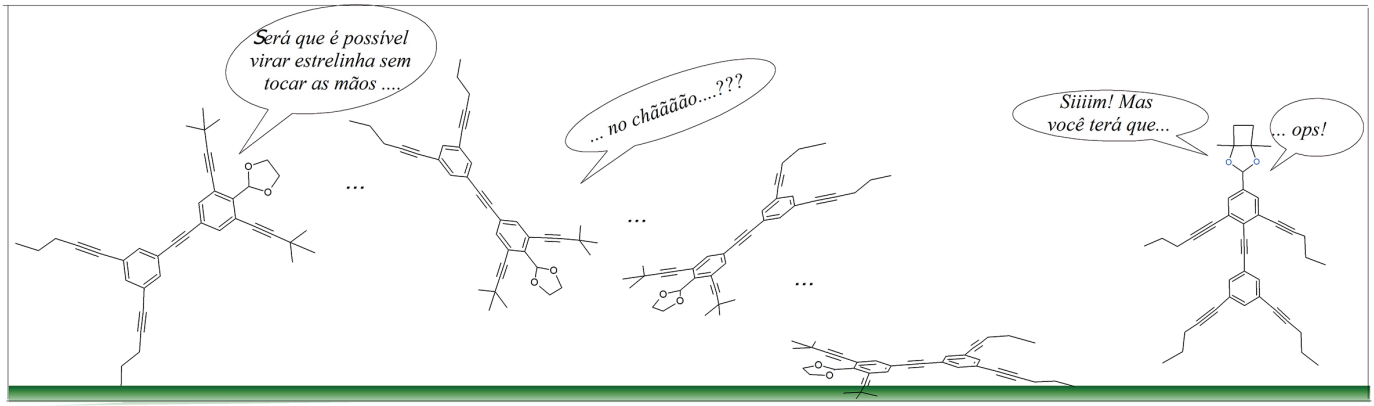


Figura 4: Tirinha 2: “estrelando” sem as mãos.

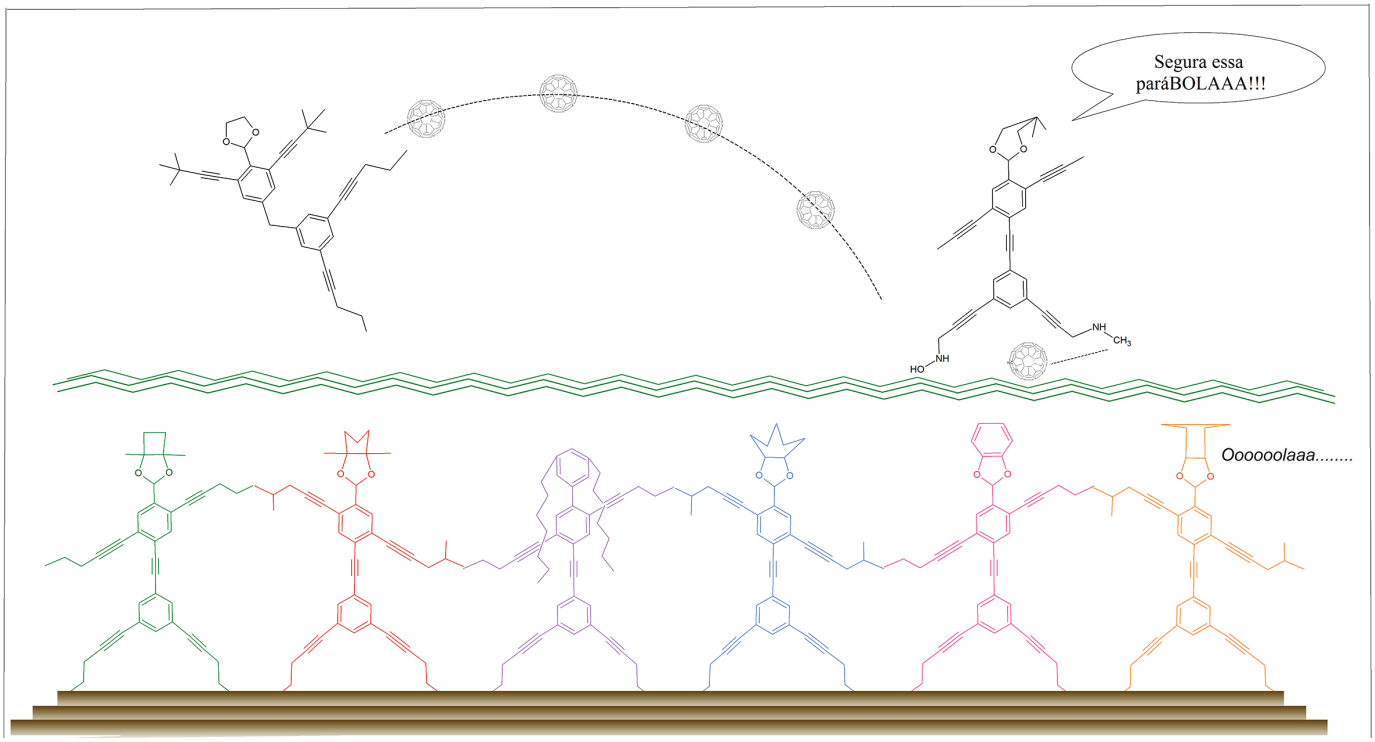


Figura 5: Tirinha 3: de olho na parábola.

pela temática integradora *Ciências e Esportes*, permitiu aos estudantes a construção de relações conceituais mais efetivas e mostrou-se potencialmente promissora para alavancar o gosto desses (estudantes) pela área das CN. De forma que o trabalho desenvolvido constituiu-se de significativo aporte para a (re) construção e consolidação de conhecimentos diversos, proporcionando uma formação diferenciada para o estudo e (re) conhecimento de estruturas químicas, bem como dos demais aspectos relacionados à área das CN, aos esportes, exercícios e atividades físicas de maneira geral.

Com o estímulo proporcionado pela proposta de criação artística com nanoPutianos em tirinhas diversas percebemos que os estudantes sentiram-se motivados a participar voluntariamente dessa atividade. Essa ação possibilita ao professor mediador verificar imediatamente as compreensões prévias dos seus alunos, por meio da observação e análise das produções iniciais (Figura 8), uma vez que por essa mediação metafórica visual (as tirinhas) proporcionada pela expressão estrutural na interface do *software* ChemSketch® torna-se viável e extremamente preciso o processo de tradução da linguagem química e abstrata ao visual estruturalmente correto. Essa metodologia (uso de metáforas visuais) permitiu aos estudantes a aprendizagem de uma nova forma de expressão (que favorece a compreensão das ligações químicas), que precisa ser trabalhada sistematicamente, tendo-se oportunizado a exploração de funcionalidades do *software* ChemSketch®, proporcionando a eles o desenvolvimento de uma nova capacidade de linguagem a partir da construção bi- e tridimensional virtual de moléculas orgânicas. Finalmente, ressalte-se que as tirinhas permitem-nos averiguar a qualidade dos traços característicos relativos às ligações químicas (no que diz respeito aos comprimentos, ângulos e geometrias).

Comparando-se as demonstrações apresentadas previamente pelos estudantes, conforme pode ser observado na Figura 8, em que se observam representações inadequadas,

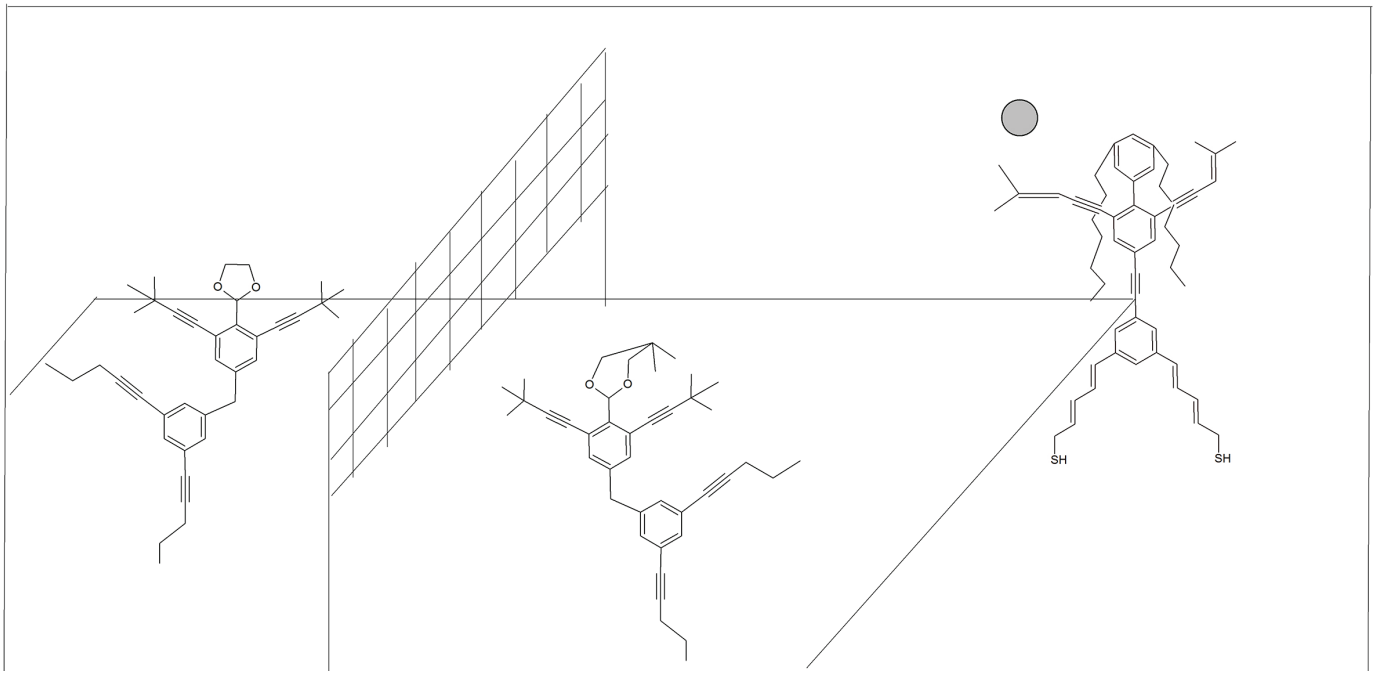


Figura 6: Tirinha 4: trabalhando perspectivas.

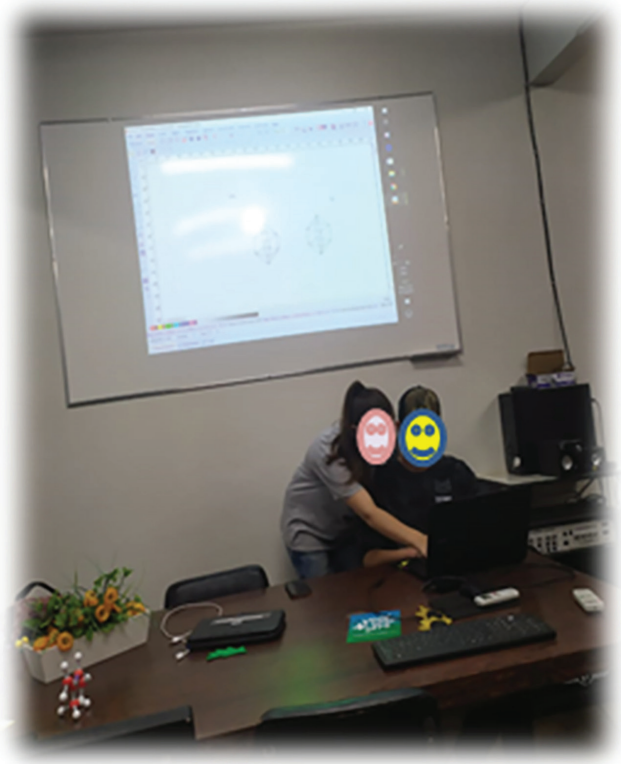


Figura 7: Imagem com estudantes manipulando o *software* ChemSketch®.

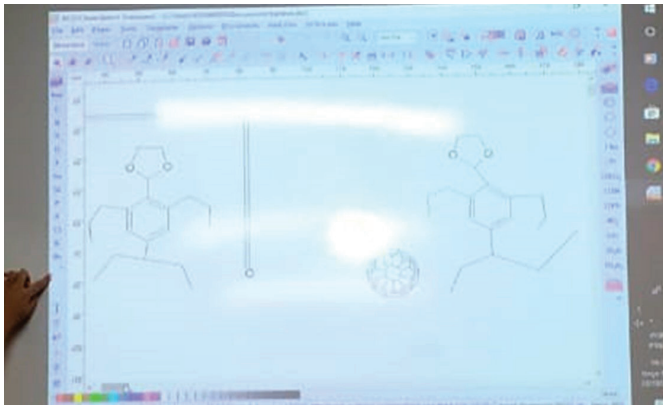


Figura 8: Imagem de expressões estruturais iniciais anteriores à orientação.

pudemos perceber a evolução no decorrer das orientações corroborando que palavras e imagens, juntos, favorecem de forma mais eficiente o processo de ensino-aprendizagem de química.

A partir dessa mediação (empreendida mediante projeto educacional fomentado pelo PIBIC-EM/CNPQ e ações participativas no âmbito escolar), salientamos que o emprego adequado do *software* ChemSketch® como recurso tecnológico para mediar a construção 2D e 3D dos nanoPutianos em ambientes de estudo foi de estimável valor, servindo de maneira satisfatória como um subsídio didático-pedagógico para a investigação da química de moléculas orgânicas. Cabe ressaltar que observamos uma receptividade positiva frente às atividades empreendidas por mediação do *software* por parte dos estudantes (os quais se mostraram envolvidos e comprometidos com os desafios lançados para a construção de tirinhas e as reflexões oriundas da exploração temática). Essa mediação tecnológica configurou-se como um gatilho facilitador do processo de ensino-aprendizagem, na medida em que se exploraram meios férteis (contextos analógicos em tirinhas) para traduzir o abstrato para uma linguagem visual, atrativa e instigante, (re)criando e transformando concepções. Dessa maneira, pelo uso do *software* ChemSketch®, tornamos possível uma via de acesso ao que poderíamos designar como uma projeção para uma possibilidade de "visualização do abstrato" e mediação da (re)construção e consolidação de conhecimentos científicos.

Considerações finais

Após a pesquisa, podemos ressaltar que a escolha do gênero tirinha, do *software* ChemSketch® e dos nanoPutianos como ferramentas de ensino para a aprendizagem de química, para além das ilustrações baseadas somente no emprego da representação 2D nos tradicionais quadros escolares ou folhas de cadernos, foram elementos fundamentais que motivaram os estudantes. Assim, essa metodologia possibilitou de uma forma lúdica e contextualizada o domínio gradual, passo a passo, da expressão estrutural química (assunto esse tão abstrato e, geralmente, de difícil compreensão por parte dos estudantes).

O estudo exploratório de aspectos que aproximam assuntos inter-relacionados às diferentes áreas do conhecimento escolar (Educação Física e CN) e à preocupação no que diz respeito à saúde, no sentido de buscar proporcionar, além das fundamentais atividades corporais, também a compreensão acerca do funcionamento corporal e o (re)conhecimento dos seus aspectos físicos, biológicos e químicos envolvidos nesses processos, pode potencialmente contribuir para o fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem, colaborar para o estabelecimento de relações interpessoais construtivas e estimular que se adote hábitos saudáveis (seja de higiene, de alimentação, de atividades físicas regulares).

Ao estimular o olhar de um estudante do EM – com pretensões (ou não) de seguir a carreira profissional de professor, seja de Educação Física ou da área de CN – quanto à concepção de seus professores sobre as aulas e, ao incentivar o aprofundamento de relações dialógicas entre alunos, professores de Educação Física e das CN, estamos proporcionando um modo para que haja o incentivo à realização de trabalhos dinâmicos, de forma a fomentar a integração entre os (futuros) professores no seu âmbito escolar para além do objetivo de proporcionar benefícios físicos – motores aos estudantes ou aquisições apenas acerca dos conhecimentos de conteúdos específicos.

Sendo assim, o desenvolvimento de propostas desta natureza pode proporcionar vivências diversificadas aos estudantes envolvidos e auxiliar tanto em questões de ordem corporal quanto do próprio processo de ensino-aprendizagem. E, dessa maneira, com a divulgação das ações pertinentes ao projeto esperamos que a busca por proposições metodológicas que visem essa integração venha a contribuir para o processo de ensino-aprendizagem, aliando-se simultaneamente o favorecimento na assimilação de conteúdos específicos de CN, bem como o desenvolvimento da consciência da importância da prática regular de exercícios físicos.

Com a metodologia propositiva aqui relatada, que teve ações com resultados positivos qualitativos diretos e indiretos (oriundos da intervenção junto à estudante bolsista do projeto e das intervenções dessa junto às ações desenvolvidas na escola) demonstramos que com a ferramenta tecnológica ChemSketch® e a exploração da construção de tirinhas artísticas é possível a flexibilidade de uma ampla gama de abordagem transversal e integradora de assuntos diversos. No que diz respeito às possibilidades de aplicação, ampliação e abrangência de propostas de ações que se utilizam dos mesmos instrumentos e metodologias aqui abordados, o cotidiano da execução das nossas ações aponta para inúmeras propostas pedagógicas que envolvam temas contemporâneos afetos à vida humana em escala local, regional e global (BNCC, 2018).

[...] o desenvolvimento de propostas desta natureza pode proporcionar vivências diversificadas aos estudantes envolvidos e auxiliar tanto em questões de ordem corporal quanto do próprio processo de ensino-aprendizagem.

A síntese dos nanoPutianos (Chanteau, 2003) foi pensada para estimular o estudo da Química Orgânica. No entanto o potencial de entrelaçamento entre distintas áreas de conhecimento com a Química se torna imenso quando se nota que os nanoPutianos podem substituir os tradicionais bonequinhos de traço e ponto. Bonequinhos desse tipo são atores que podem assumir os mais variados papéis (astronautas ou jogadores de basquete, filósofos ou artistas de circo) em inúmeros contextos. Embora as primeiras expressões artísticas dos estudantes se deem por meio de desenhos quimicamente desfigurados, resultado direto da ausência da compreensão adequada e correta da geometria das ligações químicas, a orientação para o uso correto do *software* ChemSketch® possibilita que seja feita a correção imediata dessa geometria e facilita a visualização da representação estrutural quimicamente correta já durante o exercício de expressão artístico-científica. Assim, a exploração do significado das ligações no contexto abstrato e factual da Química se torna imediata: ligações simples, duplas, triplas, ciclos homogêneos e heterogêneos, aromaticidade, número de ligações por átomos e comprimentos de ligações, enfim, as simbologias padrão para a Química.

Desse modo, embora a proposta aqui delineada e desenvolvida tenha explorado a atuação dos nanoPutianos em cenários que lembram a Educação Física, especificamente por ser essa a área do conhecimento de apreço por parte da estudante bolsista, por serem esses verdadeiros atores divulgadores da Química, cabe observar que a nossa intenção primordial é apresentá-los com o potencial de inserção em uma infinidade de muitas outras conexões entre áreas, por exemplo, com a Física, a Matemática, a História, a Literatura e a Geografia.

Especificamente, podemos afirmar que a metodologia de trabalho adotada foi capaz de influenciar positivamente a estudante envolvida diretamente no projeto, contribuindo para o desenvolvimento das competências gerais indicadas pela BNCC, conforme segue na própria auto avaliação da estudante: *"ter participado do projeto de iniciação científica júnior foi de grande importância para mim, pois assim pude aprender mais sobre Química e, especificamente, sobre as ligações químicas e a Química Orgânica de forma contextualizada. A forma como foi desenvolvido o trabalho me*

proporcionou uma melhora em relação ao meu desempenho na apresentação de trabalhos, pois, durante esse processo, tive a oportunidade de ensinar para meus colegas sobre o software ChemSketch®. Poder apresentar também sobre a pesquisa para os estudantes da universidade aumentou minha experiência na forma como me relaciono com diferentes pessoas". Podemos aqui identificar mudanças atitudinais tais como as delineadas na BNCC, indo ao encontro da nossa expectativa inicial. Para além desse resultado direto ressaltamos ser relevante, ainda, a divulgação efetivada entre os pares da estudante mediante as interações dialógicas decorrentes das ações protagonizadas pela estudante bolsista como agente multiplicadora do conhecimento junto aos demais estudantes no decorrer do projeto.

Diante da diversidade e particularidades de formas e estilos de aprendizagem (as quais não tivemos por pretensão teorizar e investigar), destacamos ainda que, naturalmente, para alguns participantes, a manipulação inicial do *software* não foi acessível nem fácil. Nossa experiência demonstrou que o envolvimento dos estudantes em atividades que vão além daquela prevista na estrutura curricular escolar de modo participativo, interativo e cooperativo para a resolução de desafios coletivos mostrou-se ser de suma relevância para o sucesso da disseminação das potencialidades do *software*. O fato do desenvolvimento dessas atividades ter propiciado o conhecimento desse recurso tecnológico (ChemSketch®) por parte dos estudantes envolvidos (direta e indiretamente) na execução do projeto científico-pedagógico possibilitou a eles o emprego das funcionalidades desse recurso para a elaboração dos seus próprios trabalhos escolares dinamizando e qualificando suas apresentações, de forma que os participantes (protagonistas dessas ações) constituem-se de fato em potenciais agentes multiplicadores do conhecimento científico.

É importante notar que a mera imagem da prática de esportes não traz atenção ao paralelo entre os nanoPutianos e às estruturas químicas. Até é possível que a estrutura química dos personagens passe despercebida pelos estudantes, correndo-se o risco de a atividade com a tirinha tornar-se meramente lúdica. O professor, seja da área que fizer uso dos personagens nanoPutianos, necessariamente precisará chamar a atenção ao fato de que as estruturas de traço e ponto visualizadas nas tirinhas não são feitas aleatoriamente: obedecem às regras de estrutura de ligações químicas. Uma vez dada atenção a esse fato, cremos que todo o desenrolar das ações possa ocorrer naturalmente e passível de adaptações às mais diversas realidades nas quais cada professor leitor possa estar inserido.

Notas

[1]*Software* ACD/ChemSketch® versão 12.1 da empresa ACD/Labs, 2017. Disponível em http://www.acdlabs.com/resources/freeware. Acessado em setembro de 2019.

[2]Polegada: medida inglesa equivalente a 25,4 milímetros. Assim, 6 polegadas equivalem a 15,24 centímetros.

[3]Aljava: estojo para guardar flechas.

[4]Considerando um alfinete com diâmetro de 0,5 mm, seriam necessários aproximadamente um milhão e seiscentos mil ($1{,}6 \times 10^6$) nanoPutianos. Esse número está entre a população estimada dos municípios de Goiânia e Recife [Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (28 de agosto de 2019) - Estimativas da população residente nos municípios brasileiros em 1º de julho de 2019. Acessado em 23 de setembro de 2019].

[5]Ao sul da província iraniana de Khorasan, existe uma antiga aldeia chamada Makhunik, cujos habitantes, no início do século XX, raramente eram mais altos do que 1 m. Só mais recentemente tem-se verificado uma elevação de estatura da população local. (Fonte: http://www.bbc.com/travel/story/20180109-irans-ancient-village-of-little-people. Acessado em 29 julho 2020).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PRO-ICT/UFFS) para o Ensino Médio e PIBIC-EM/CNPq/2018-2019. Agradecem também aos assessores anônimos que, com seus comentários e sugestões, contribuíram significativamente para a melhoria do manuscrito.

Rosália Andrighetto (rosalia.andrighetto@uffs.edu.br) é formada em Química Industrial e licenciada, mestre e doutora em Química pela UFSM. Atualmente é docente e coordenadora do Curso de Química Licenciatura na UFFS. Cerro Largo, RS – BR. **Maria E. R. Cardoso** (mrubicardoso@gmail.com) estudante do 3o ano do Ensino Médio na Escola Estadual de Educação Básica Eugênio Frantz. Cerro Largo, RS – BR. **Thiago de C. Luchese** (thiago.luchese@uffs.edu.br) é bacharel, mestre e doutor em Física pela UFSC. Atualmente é docente e coordenador do Curso de Física Licenciatura na UFFS. Cerro Largo, RS – BR.

Referências

ANDRIGHETTO, R.; CARDOSO, C. R., LUCHESE, T. de C. A vivência formativa de uma estudante do Ensino Médio no ambiente universitário: olhares para a Química e a pesquisa científica. *Química Nova na Escola,* v. 41, n. 3, p. 286-299, 2019.

BRASIL. MEC/CNE. *Base nacional comum curricular (BNCC)*, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br, acesso em jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais, Apresentação dos Temas Transversais e **Ética**, Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. MEC/SEB.*Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, 2006. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf, acesso em dez. 2019.

BROWN, J. C.; WINTERS-STONE, K.; LEE, A. e SCHIMITZ, K. H. Cancer, Physical Activity, and Exercise.*Comprehensive Physiology*, v. 2, n.4, p. 2775-2809, 2012.

CASTELLANI, F. L. Política educacional e educação física. Campinas: Autores Associados, 1998.

CHANTEAU, S. H.; TROY, R. e TOUR, J. M. Arts and Sciences Reunite in Nanoput: Communicating Synthesis and the Nanoscale to the Layperson. *Journal of Chemical Education*, v. 80, n. 4, p. 395-400, 2003.

CHANTEAU, S. H.; Tour, J. M. Synthesis of Anthropomorphic Molecules: The NanoPutians. *Journal of Organic Chemistry*, v. 68, p. 8750-8766, 2003.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

GONZÁLEZ, F. J. Entre o "não mais" e o "ainda não": pensando saídas do não-lugar da Educação Física escolar. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 1, n. 2, p. 10-21, 2010.

_____; FENSTERSEIFER, P. E.; RISTOW, R. W. e GLITZ, A. P. O abandono do trabalho docente em aulas de educação física: a invisibilidade do conhecimento disciplinar. *Educación Física y Ciencia*, v. 15, n. 2, p. 1-15, 2013.

MALDONADO, D. T.; BOCCHINI, D. Ensino da ginástica na escola pública: as três dimensões do conteúdo e o desenvolvimento do pensamento crítico. *Motrivivência*, v. 27, n. 44, p. 164-176, 2015.

MATOS, M. G.; NEIRA, M. G. *Educação Física na Adolescência:* construindo o movimento na escola. São Paulo: Phorte Editora, 1999.

MEDINA, J. P. S. *A educação Física cuida do corpo... e "mente"*. Campinas, Papirus, 1995.

PIAGET, J. *O Nascimento da Inteligência na Criança*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1982.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química*: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2003.

SCHERER, A. *O conhecimento pedagógico do professor de Educação Física na escola pública da rede estadual de ensino e sua relação com a prática docente*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: UFGRS, 2000.

STEEL, N.; FORD, J. A.; NEWTON, J. N. Changes in health in the countries of the UK and 150 English Local Authority areas 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*, v. 392, n. 10158, p. 1247-1661, 2018.

SWIFT, J. *Viagens de Gulliver* (Clássicos Jackson, v. 31). Tradução de Cruz Teixeira. s.l.: W M Jackson, 1950. Versão digital: eBooks Brasil, 2004.

WIGGINS, J. M.; OPOKU-ACHEAMPONG, A. B.; BAUMFALK, D. R.; SIEMANN, D. W. e BEHNKE, B. J. Exercise and the Tumor Microenvironment. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 46, n.1, p. 54-64, 2018.

VARGAS, S. L. e MAGALHÃES, L. M. O gênero tirinhas: uma proposta de sequência didática. *Revista Educação em Foco*, v. 16, n. 1, p. 119-143, 2011.

VASCONCELOS, A. T. S. *Interdisciplinaridade na educação física: valorizando a prática pedagógica no ensino fundamental.* Monografia de graduação, Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2007.

Abstract: *Science and Sports: exploring aerodynamics with the artistic help of nanoPutians through comic strips.* The aim of this paper is to contribute to the community of Basic Education educators by motivating the delineation of methodological propositions and actions that envision a teaching-learning context that meets what is proposed by the *Base Nacional Comum Curricular*. The insertion of a high school student to the scientific-academic initiation was used as a methodological strategy to foster a didactic formative way of teaching and differentiated research. This student acted as an agent of actions and multiplier of knowledge among her peers, and developed dynamic activities taking "Science and Sports" as the main subject. Exploring students' taste for Physical Education activities and the spectacularly fun chemistry of nanoPutians, we present a proposal to approach this theme through activities and analogies to assist the teaching-learning process in different areas of school knowledge.
Keywords: science and sports, ChemSketch®, nanoPutians, PIBIC-EM, comic strip