

ESPORTE E MECÂNICA: RELAÇÕES ENTRE A COMPLEXIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO E AS ORDENS DE APRENDIZADO

SPORT AND MECHANICS: RELATION BETWEEN THE COMPLEXIFICATION KNOWLEDGE AND LEARNING ORDERS

Patrícia Weishaupt Bastos¹
Cristiano Rodrigues de Mattos²

¹Uniso/Universidade de Sorocaba, weishbastos@gmail.com

²USP/Instituto de Física, mattos@if.usp.br

Resumo:

Mostramos que os conhecimentos da física podem ser utilizados como critérios para uma vida saudável. Isto se dá pela complexificação dos conhecimentos cotidianos com os conhecimentos da física, biomecânica e educação física para prática esportiva. Esta complexificação do conhecimento cotidiano do estudante por meio de um conhecimento escolar concebido por um “recorte” realizado pelo professor, nos permitiu acoplar graus de complexidade a evolução na aprendizagem de conceitos científicos e as ordens de aprendizado. Elaboramos atividades de multi-abordagens com base nos ciclos de aprendizagem de Lawson e aplicamos em duas Escolas Estaduais de Ensino Médio. Os resultados nos remeteram a importância da complexificação do conhecimento cotidiano com o conhecimento científico como forma de compreensão do seu papel na vida dos estudantes.

Palavra-chave: complexidade, interdisciplinaridade, ensino (física), educação física, escola pública (intervenção).

Abstract:

We show that the physics knowledge can be used as criteria for a healthy life. This goal is achieved through complexification of the quotidian knowledge with the knowledge of physics, biomechanics and physical education for sports practice. This complexity of the quotidian knowledge of the student through a school knowledge designed by a "cutting" done by the teacher, allowed us to engage levels of complexity in the evolution of learning scientific concepts and orders of learning. We planned activities based on Lawson learning cycles and applied at two public high schools. The results drove us to the importance of the quotidian knowledge complexification with the scientific knowledge as a way of understanding the usefulness of those subjects in students' daily life.

Keywords: complexity, interdisciplinary, teaching (physics), physical education, public school (intervention).

ESPORTE E MECÂNICA: RELAÇÕES ENTRE A COMPLEXIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO E AS ORDENS DE APRENDIZADO

INTRODUÇÃO

Escolher um tema motivador é um fator importante para evolução do perfil conceitual e complexificação do conhecimento, pois irá suscitar motivação para que o indivíduo passe pelo processo de ensino-aprendizagem com disposição para incorporar novos significados ao conceito concebido em situações cotidianas.

Ao estudar a complexificação do conhecimento, não podemos apenas atentar para as dimensões: ontológica e epistemológica, mas levar em consideração o “valor” que o sujeito atribui ao conteúdo proposto pelo professor e ao contexto em questão (dimensão axiológica), pois tanto as relações externas quanto as internas ao sujeito influenciam na aprendizagem.

Mostraremos que acoplar a análise dos graus de complexidade (Bastos, 2011) as ordens de aprendizado permite uma visualização mais detalhada do processo de aprendizagem de um conceito científico, por meio da dinâmica do perfil conceitual de esporte, permitindo, mesmo que simplificada, um estudo desta dinâmica nos três eixos: ontológico, epistemológico e axiológico.

Fornecemos através do acoplamento de elementos das áreas de física, educação física, biomecânica e saúde, elementos para que os estudantes não visualizem na prática de esportes e exercícios físicos a chave certa para uma vida saudável, mas que saibam dos riscos de lesões devido a sua prática inadequada.

É evidente a afinidade e o interesse que os estudantes apresentam ao debater sobre esportes (Betti, 1999). Aproveitamos esta motivação e propomos atividades que apresentam os conceitos de mecânica aplicados aos esportes.

Um dos impactos mais graves é o desconhecimento dos limites físicos do corpo humano e a consequente prática de esportes que leva as lesões (Carvalho, 1996). Além disso, a forma com que a mídia divulga a relação entre a prática de exercícios físicos, esportes, saúde e estética corporal são preocupantes. O corpo se tornou um instrumento de valorização dos sujeitos na sociedade, virou “moda” (Kowalski & Ferreira, 2007).

Utilizamos os conceitos da Mecânica para auxiliar na compreensão do que é a realização correta de um exercício físico ou a prática adequada de um esporte, tendo como instrumento de análise, os movimentos de um atleta de em uma modalidade esportiva qualquer no desenvolvimento de habilidades esportivas.

Algumas pesquisas realizadas na área do ensino da mecânica demonstram que os estudantes estabelecem relações intuitivas entre os conceitos apresentados, o que faz com que eles dêem respostas inadequadas do ponto de vista da física (Peduzzi, 1985; Bastos, 2009).

REFERENCIAL TEÓRICO

A noção de perfil conceitual pretende dar conta dos múltiplos significados que são atribuídos a um mesmo conceito. Estes vários significados compõem as zonas do perfil conceitual. Portanto um conceito não possui apenas um significado que pode ser substituído por outro, mas uma gama de significados que dependem do contexto de uso.

Rodrigues & Mattos (2006, 2007), usam a noção de perfil conceitual como uma representação cognitiva de um conceito. A aprendizagem é um sistema dinâmico, pois aprender um conceito é um movimento, contínuo e eterno, de re-significações frente a dinâmica da vida.

Quando estudamos a aprendizagem como uma dinâmica do perfil conceitual, estamos considerando a dinâmica em termos dos três eixos: epistemológico, ontológico e axiológico.

Ao conhecer as relações complexas entre os significados de um conceito e o contexto apropriado a cada situação passamos a compreender o processo da construção do conhecimento e da atividade de comunicação dos indivíduos. Podemos pensar em perfis conceituais de perfis conceituais, daí a necessidade de uma interação dialógica, princípio da construção da intersubjetividade, a qual se estabelece à medida que na própria interação discursiva vão se negociando os significados das coisas, em suma um contexto mútuo vai sendo criado (Rodrigues & Mattos, 2006, 2007).

Assim em uma sala de aula, professor e aluno, em geral, estão em contextos diferentes, negociam significados fazendo negociações, assim estabelecendo um contexto único (Rodrigues & Mattos, 2006). O ápice se dá quando o estudante percebe as relações entre as zonas do perfil conceitual e associa essas zonas ao contexto adequado (Rodrigues & Mattos, 2007). É nessa conjuntura que achamos necessário buscar as interdependências entre os conhecimentos para tratar os problemas da realidade sem separá-lo do contexto em que surgem.

É necessário que o professor tenha claro, em sua intervenção, o grau de complexidade que o estudante deve atingir. É importante abranger problemas relevantes para os alunos, ajudando-os a enfrentar os problemas complexos do mundo e isto, pode se dar por meio da complexificação do conhecimento do cotidiano (GARCIA, 1998). É preciso que o professor apresente aos estudantes as ligações entre os conhecimentos – o estudante não constrói por si próprio - para que haja uma mudança de contexto com uso do significado correto do conceito.

“Tomar uma perspectiva da complexidade é antes de tudo uma atitude, um método, isto é, a busca das articulações e interdependências entre conhecimentos, até então divididos e compartimentados. Supõe uma busca de novas maneiras de formular e enfrentar os problemas, os quais precisam ser formulados e tratados sem separá-los do contexto em que surgem” (GARCIA, 1998, p.85).

Mattos & Rodrigues (2007) propõem três ordens aprendizagem, as quais permitem uma melhor análise da relação entre perfil conceitual e conceito de aprendizagem. A aprendizagem de 1ª ordem consiste na simples aquisição de uma nova zona do perfil conceitual à custa do redimensionamento ou modificação das pré-existentes. Nesta ordem de aprendizado a pessoa não percebe a relação entre contexto e zona do perfil conceitual eleita para uso. A aprendizagem de 2ª ordem consiste no estabelecimento das zonas que formam o perfil conceitual. O indivíduo ainda não percebe a relação entre zona do perfil e seu contexto de uso. Apesar disso, as zonas do perfil estão mais bem delimitadas. A aprendizagem de 3ª ordem consiste na tomada de consciência das relações entre a zona do perfil conceitual e seus possíveis contextos de uso, ou seja, o estudante consegue organizar as zonas e cria prioridade de significados para uso do conceito segundo o contexto de uso.

DESENHO DE PESQUISA

As amostras (tabela 2) selecionadas são compostas de 156 estudantes da 1ª série do ensino médio das escolas públicas G (de bairro) e M (no centro) na cidade de São Roque, no qual as idades variam entre 15 e 18 anos, no interior do estado de São Paulo. No 1º e 2º bimestre de

2010 aplicamos atividades de multi-abordagem (Uema, 2005) e uma atividade de avaliação que denominamos de intervenção (tabela 1) e no 3º bimestre um questionário de validação.

Ciclo	Fases do Ciclo	Composição dos Ciclos	Fases do Subciclo	Atividade
HIPOTÉTICO PREDITIVO	EXPLORAÇÃO	Empírico - abduutivo	Exploração	1 – Você pode ser um técnico?
			Introdução do conceito	2 – Saúde e esporte
			Aplicação do conceito	3 – Interagindo com os novos campos do conhecimento
	INTRODUÇÃO DO CONCEITO		Exploração	4 – O movimento
			Introdução do conceito	5 – O peso ideal
			Aplicação do conceito	6 – O papel da força no esporte
	APLICAÇÃO DO CONCEITO		Exploração	7 – As três leis de Newton e os esportes
			Introdução do conceito	8 – Do movimento ao equilíbrio: alavancas no corpo humano
			Aplicação do conceito	9 – Lesões e esportes

Tabela 1: O ciclo de Lawson (2001) nas atividades.

Avaliação	Ano/bimestre	Aluno/série/período	Quest./escola/nº de Questões
Intervenção (I) + Atividade Avaliativa (AV)	2010/ 1º e 2º	1 ao 41 / 1ºano A ₂ / tarde 1 ao 41 / 1ºano B ₂ / tarde	- / G / -
	2010/ 1º e 2º	1 ao 37 / 1ºano C ₂ / tarde 1 ao 37 / 1ºano D ₂ / tarde	- / M / -
Validação da Pesquisa (Q ₃)*	2010/ 1º e 2º	1 ao 41 / 1ºano A ₃ / tarde 1 ao 41 / 1ºano B ₃ / tarde 1 ao 37 / 1ºano C ₃ / tarde 1 ao 37 / 1ºano D ₃ / tarde	Q ₃ / G, M / 7

* As turmas A₂ = A₃, B₂ = B₃, C₂ = C₃ e D₂ = D₃ são equivalentes.

Tabela 2: Identificação das amostras.

ANÁLISE DE DADOS

Para verificar o grau de complexificação do conhecimento cotidiano dos alunos sobre esporte, escolhemos analisar algumas questões inseridas na intervenção que enfocam mais a relações entre física, esporte, educação física, biomecânica e saúde e permitem analisar se após a intervenção houve a complexificação do conhecimento cotidiano a respeito de esporte. Ao analisar os dados foi necessário formular categorias que auxiliassem a agrupar as respostas, segundo os objetivos referentes a complexificação do conhecimento cotidiano dos estudantes sobre esporte.

A categorização partiu do pressuposto que a complexificação do conhecimento pode dar-se em duas vertentes: tanto na coordenação quanto na articulação de conceitos trabalhados, que estarão incluída como parte nova do discurso dos estudantes e na utilização de contextos variados plausíveis aos estudantes. Portanto, para representar as duas vertentes da complexificação do conhecimento recorreremos a um par (x, y) , onde x será o grau devido a complexificação, referente a articulação dos conceitos, e y , o grau referente ao contexto de uso destes conceitos. O par (x,y) não está vinculado na construção de um gráfico no plano cartesiano, mas foi uma forma de fornecer uma visão geral do grau de articulação de conceitos e contextos em que os estudantes se encontram.

As categorias citadas abaixo foram utilizadas na análise conjunta das questões na atividade 9 (Q_2) e da atividade avaliativa (Q_2) com o questionário de validação (Q_3), para que pudéssemos ter uma visão global das ideias dos estudantes e não nos apoiarmos em apenas um conjunto de dados isolados. Para a coordenada x utilizamos:

- Grau 0: não houve complexificação do conhecimento cotidiano, apenas adiciona novos conceitos abrangidos nas aulas, mas não estabelece relações entre eles, permanece atribuindo aos conceitos significados do cotidiano.
- Grau 1: há complexificação do conhecimento cotidiano, pois o estudante agrega novos elementos no seu discurso, de forma a utilizar e articular os conceitos abrangidos nas aulas de física. Isto se dá a partir das relações adequadas e coerentes, por exemplo, entre as palavras: desempenho, limite, lesão, biomecânica, saúde, etc.
- Grau 2: há complexificação do conhecimento cotidiano, pois além do estudante agregar novos conceitos abrangidos nas aulas de física ao seu discurso, ele reconhece o a relação de interdisciplinaridade com a educação física, e utiliza termos novos que não foram utilizados nas aulas de física, tais como: handball, voleiball, futsal, basquete, flexibilidade, alongar, alimentação, ginástica (salto carpado), composição corporal, rúgbi, futebol americano, massa corporal, IMC (índice de massa corpórea), beleza, etc.

Para a coordenada y utilizaremos:

- Grau 0: Não respondeu, que pode ser por falta no dia, transferência de classe ou escola.
- Grau 1: As respostas permeiam apenas o contexto formal da sala de aula e da escola.
- Grau 2: Nas respostas encontramos aplicação dos conceitos desenvolvidos na escola (sala de aula), no cotidiano como, por exemplo, nas respostas de alguns estudantes encontramos citações sobre o “tira-teima” no “globo esporte”, tênis adequado a prática esportiva, máquinas para auxiliar no movimento das pessoas e prótese biomecânica.

Esta categorização elaborada com base em graus de complexificação, pode ser atrelada às ordens de aprendizado propostas por Mattos & Rodrigues (2007), pois em função da relação: pensamento e palavra, proposto por Vygotski (2001), podemos dizer que os graus de complexificação atingidos nos discursos dos estudantes revelam uma dinâmica do perfil conceitual dos estudantes, uma evolução no grau de complexificação do conhecimento cotidiano sobre o esporte. Os graus de complexificação podem ser relacionados às ordens de aprendizado (Mattos & Rodrigues, 2007), da seguinte forma:

- 1ª ordem: diz respeito aos pares ordenados $(0,1)$ e $(0,2)$ - nesta classificação o estudante apenas utiliza alguns conceitos vistos nas aulas, com o sentido utilizado anterior às atividades, tanto no contexto da sala de aula quanto exterior à ela.
- 2ª ordem: diz respeito aos pares ordenados $(1,1)$, $(2,1)$, $(1,2)$ - nesta classificação o estudante utiliza e articula os conceitos abrangidos nas atividades. Mas com limitações, alguns

reconhecem que o conhecimento é interdisciplinar (o conceito pode ser utilizado em outras áreas), mas não aplicam no contexto fora da escola, outros não reconhecem a interdisciplinaridade, mas aplicam os conceitos da física no contexto fora da escola.

- 3ª ordem: diz respeito ao par ordenado (2,2) - nesta classificação o estudante reconhece a utilização dos conceitos vistos nas aulas de física, por meio das atividades em outras disciplinas e consegue aplicar fora do contexto escolar, ou seja, além de incluir no seu discurso os novos conceitos vistos, consegue aplicá-los adequadamente em outros contextos (fora da sala de aula).

Para que o estudante seja enquadrado na ordem máxima de aprendizagem é necessário um amadurecimento das ideias do estudante, tanto em termos da utilização dos novos conceitos, quanto na aplicação adequada nos contextos. Segundo a classificação da junção das ordens de aprendizado com os graus de complexidade obtivemos uma grande quantidade de estudantes situados na 2ª ordem de aprendizado. Observe a tabela 3:

Ordens de aprendizado	1ªA	1ªB	1ªC	1ªD
1ª = (0,1), (0,2)	20%	12,2%	8,1%	2,7%
2ª = (1,1), (2,1), (1,2)	58%	68,3%	59,5%	67,6%
3ª = (2,2)	0%	2,4%	0%	0%

Tabela 3: Ordens de Aprendizado das turmas da escola G e M.

Em todas as turmas obtivemos um bom índice de estudantes alcançando o grau 1 de complexificação (1,1) que equivale a 2ª ordem de aprendizagem, demonstrando um significativo avanço na aprendizagem dos estudantes. É claro que tínhamos como proposta que um número maior de estudantes atingisse o grau 2 de complexificação, mas mediante as características da amostra, as condições físicas de ambiente escolar e mais alguns ruídos nos dados, consideramos um bom resultado.

Com as atividades da intervenção que abrangem o tema esporte de forma interdisciplinar, realizada nas duas escolas públicas verificamos a complexificação gradativa do conhecimento, pois os estudantes articularam os novos significados dado a conceitos complexos já utilizados, com os contextos diários.

O processo de complexificação envolve a dinâmica do perfil conceitual, pois novas zonas do perfil são agregadas e o estudante reconhecendo novos contextos de uso evolui nas ordens de aprendizado. Em trabalhos anteriores (Bastos, 2007; Bastos & Mattos, 2009), nós utilizamos categorias que evoluíram os três eixos: axiológico, ontológico e epistemológico, o que nos permitiu verificar a evolução do perfil conceitual durante o processo de aprendizagem com agregação das dimensões antes inexistente.

Mostramos a seguir algumas respostas para questão 1 da atividade avaliativa, as quais exemplificam a presença dos três eixos e permitem um indício da dinâmica do perfil conceitual dos estudantes no processo de complexificação do conhecimento de esporte. Não é possível delimitar onde começa e onde termina cada um dos três eixos, mas podemos identificá-los nas respostas dos estudantes por algumas palavras que nos remetem aos eixos. Para explicitar essas palavras escolhemos a questão 1 da atividade avaliativa que, embora exija o uso de algumas palavras teve suas respostas analisadas considerando as inter-relações entre outros termos.

Para facilitar a análise utilizamos o *itálico* para representar o eixo axiológico, e o sublinhado para representar o eixo ontológico e o **negrito** para o eixo epistemológico. Observe alguns exemplos na tabela 4:

Identific.*	Questão 1 (Atividade Avaliativa) - Formule um texto, uma frase ou uma história que contenha obrigatoriamente (no singular ou plural) as palavras: biomecânica, esporte, saúde, física, lesão, corpo e vida.
5,A ₂	“A biomecânica voltada para estudar o corpo humano. <u>Para o corpo trabalhar bem e ter uma boa vida, é preciso praticar esportes físicos. E com o esporte e uma boa alimentação a saúde será boa. Mas para ter boa saúde é preciso praticar exercício físico com moderação para que não tenha lesões</u> ”.
6,B ₂	“A biomecânica faz parte da nossa vida são os nossos movimentos . Para se ter saúde é preciso praticar esportes, atividade física, <u>ter alimentação balanceada</u> entre outras coisas. Isso <u>serve para se ter um corpo saudável e uma vida longa</u> . Só tome cuidado com o esforço na hora da prática de exercícios físicos para não ter contusões e lesões ”.
25,B ₂	“Saúde é a chave para conseguir praticar esportes, tendo uma <u>boa alimentação</u> você também tem uma vida saudável e um <i>belo corpo</i> entendendo a física você entende de biomecânica que irá te prevenir de lesões ”.
37,B ₂	“A saúde de nossos corpos dependem muito da maneira que nós cuidamos deles: <u>se alimentando, praticando esportes, tentando manter sempre a calma</u> , etc., tudo isso pra viver uma vida saudável. Mas cuidado: pegue sempre um exercício que dê ao seu limite , senão lesões sérias podem ser causadas. Para isso, saber qual exercício seria o melhor para você, por que não estudar um pouco de física , hein? Assim você pode conhecer melhor a biomecânica de seu corpo e seus benefícios”.
8,C ₂	“ <i>O futebol é um esporte muito bom que traz uma bela aparência e ainda um corpo belo</i> e uma <u>saúde incomparável</u> , só que existe probabilidade de ocorrer alguma lesão e também pode ser estudado a biomecânica ”.
17,C ₂	“A biomecânica estuda os movimentos do corpo. Na nossa vida, o esporte é fundamental, pois ele ajuda não só na <u>saúde física, quanto mental</u> mais também é preciso cuidados para não acarretar lesões ”.
25,C ₂	“O esporte <u>ajuda a ter saúde para nosso corpo e ficarmos de bem com a vida</u> . Na aula de física aprendi sobre a biomecânica que estuda os movimentos do corpo. Para o esporte ela é muito importante, pois evita lesões ”.
5,D ₂	“Para ter um <u>corpo com uma boa saúde e uma boa condição física</u> você precisa praticar esportes e estudar os movimentos que você tem que fazer com a biomecânica para não ter lesões e viver uma vida saudável”.
27,D ₂	“O esporte deve fazer parte da nossa vida, pois nos proporciona um <i>corpo</i> e uma <u>saúde estável</u> . Através da biomecânica podemos ter uma ideia de atividades físicas que podemos fazer e evitar lesões ”.

*(Aluno, turma)

Tabela 4: Respostas a questão 1 da atividade avaliativa da escola G e M.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretendemos futuramente aperfeiçoarmos o estudo por meio da complexificação via ordens de aprendizado (Rodrigues & Mattos, 2007), isto cria uma perspectiva para o entendimento da dinâmica do perfil conceitual. Ao complexificar o conhecimento, novas zonas são acrescidas ao perfil conceitual, fazendo com que o estudante gradativamente evolua nas ordens de aprendizado, que por sua vez indicam a complexificação do perfil conceitual, que descreverão a evolução do estudante quanto a aplicação dos conceitos trabalhados durante este processo.

Sabemos que há uma grande dificuldade metodológica em realizar o levantamento do perfil conceitual de esporte, principalmente pela complexidade do conceito na forma com que foi abordado nas atividades da intervenção. Entretanto, acreditamos que a medida do perfil

conceitual pode ser um dos caminhos para uma nova pesquisa.

Embora a análise do acoplamento da complexidade as ordens de aprendizado esteja sendo realizada de forma rudimentar, podemos perceber a complexidade do processo de ensino-aprendizagem. Isso nos motiva a buscar entendimento de como se dá este processo. O objetivo seria o de elaborar um método que auxilie o professor no desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, de tal forma que por meio de um “mapa” que conste os três eixos: axiológico, epistemológico e ontológico, o professor consiga visualizar a dinâmica do perfil conceitual (Bastos, 2007; Bastos & Mattos, 2009) ao localizar em que ponto do mapa o estudante está, após cada aula ministrada.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, P. W. ; MATTOS, C. R. . Física para uma saúde auditiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, p. 1-26, 2009.
- BASTOS, P. W. ; MATTOS, C. R. . Um exemplo da dinâmica do perfil conceitual como complexificação do conhecimento cotidiano. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, p. 1054-1078, 2009.
- BASTOS, P. W. **Física para uma discriminação auditiva**. Dissertação de mestrado, IFUSP/FEUSP. São Paulo, 2007.
- BASTOS, P. W. **A ciência complexificando o conhecimento cotidiano: uma intervenção na escola pública**. Tese de Doutorado, Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- BETTI, I. C. R. Esporte na escola: é só isso professor. **Motriz**, v. 1, n.1, p. 25-31, 1999.
- CARVALHO, T., NOBREGA, A. C. L.,... Posição oficial da Sociedade brasileira de medicina do esporte: atividade física e saúde, **Revista Brasileira de Medicina Esportiva**, v.2, n. 4, 1996.
- GARCIA, J. E. Hacia una teoria alternativa sobre los contenidos escolares, Díada Editora S. L.,1998.
- KOWALSKI, M.; FERREIRA, M. B. R. Estética, corpo e cultura. **Revista Conexões, Campinas**, v. 5, n. 2, p. 90 – 111, 2007.
- LAWSON, A. E. Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning pattern. *Journal of Biological Education*, <http://www.IOB.ORG>, v.35,4, p.165-169, 2001.
- PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, S. S. O conceito de força no movimento: as duas primeiras leis de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, n.2 (1), p. 6 – 15, abril, 1985.
- RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. **Reflexões sobre a noção de significado em contexto**. In: V Encontro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Madri, 2006.
- RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. **Theoretical considerations about conceptual profile dynamic**. European Science Education Research Association Congress. Malmo – Suécia, 2007.
- UEMA, S.. Atividades curtas multi-abordagem no Ensino Médio: a dependência sensível às condições iniciais da Teoria do Caos determinístico. Dissertação de mestrado, IFUSP/FEUSP. São Paulo, 2005.