



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTIUNIDADES EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

IVANA ELENA CAMEJO AVILES

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO EPISTEMOLÓGICA COM LABORATÓRIOS REMOTOS

MEANINGFUL LEARNING THROUGH EPISTEMOLOGICAL EXPERIMENTATION
WITH REMOTE LABORATORIES*

CAMPINAS
2020



IVANA ELENA CAMEJO AVILES

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO EPISTEMOLÓGICA COM LABORATÓRIOS REMOTOS*

MEANINGFUL LEARNING THROUGH EPISTEMOLOGICAL EXPERIMENTATION WITH REMOTE LABORATORIES*

Este trabalho corresponde a versão final apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, na área de Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Galembeck

Este trabalho corresponde à versão final da tese defendida pela aluna Ivana Elena Camejo Aviles, e orientada pelo Prof. Dr. Eduardo Galembeck.

CAMPINAS
2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

C144a Camejo Aviles, Ivana Elena, 1987-
Aprendizagem significativa por meio da experimentação epistemológica com laboratórios remotos / Ivana Elena Camejo Aviles. – Campinas, SP: [s.n.], 2020.

Orientador: Eduardo Galembeck.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Aprendizagem significativa. 2. Professores de ciência – Ensino (Educação permanente). 3. Laboratórios remotos. 4. Epistemologia – Educação. I. Galembeck, Eduardo, 1968-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Meaningful learning through epistemological experimentation with remote laboratories

Palavras-chave em inglês:

Meaningful learning

Science teachers - Education (Continuing education)

Remote laboratories

Epistemology - Education

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Doutora em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Eduardo Galembeck [Orientador]

Elisabeth Barolli

Evelise dos Santos Lemos

Mauricio Compiani

Vânia Galindo Massabni

Data de defesa: 18-11-2020

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-4139-9156>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/0294329481051613>

BANCA EXAMINADORA:
EDUARDO GALEMBECK [PRESIDENTE]
MAURICIO COMPIANI
ELISABETH BAROLLI
EVELYSE DOS SANTOS LEMOS
VÂNIA GALINDO MASSABNI
DATA DE DEFESA: 18-11-2020

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/ Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática.

Para as três pessoas que se tornaram mais ativas neste processo,
Incluindo aquelas duas que são resultados diretos desta pesquisa,

Meus três filhos amados,
Diego, Alberto David e Mariana.

AGRADECIMENTOS

A MEU DEUS, À MINHA VALLITA, À MINHA FAMÍLIA

Pelo auxílio emocional e suporte espiritual necessário para afrontar este grande desafio com força e amor.

AO MEU ORIENTADOR:

O Prof. Dr. Eduardo Galembeck por seu acolhimento, sua paciência, seu auxílio nas dúvidas e por ter confiança em mim durante o desenvolvimento desta pesquisa.

AO PECIM

Por me dar as boas-vindas como sua primeira aluna estrangeira.

AOS MEUS PROFESSORES:

Do Programa de Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática-PECIM por sempre terem disposição e paciência no ato de me ensinar.

ÀS MINHAS PROFESSORAS:

Profa. Dra. Dalia Diez de Tancredi, Profa. Dra. Julia Flores e Profa. Dra. Maite Andres por me auxiliarem no processo da minha construção como pesquisadora desde uma perspectiva sempre crítica e refletiva.

AO TIME DE DISCENTES-PESQUISADORES:

Do Laboratório de Tecnologia Educacional-LTE, colegas e amigas que não só deram boas-vindas para mim e minha família, mas que até hoje me auxiliam nos processos próprios da universidade. Claudia, Thanuci, Veronica e Gabriela, sempre grata a vocês.

À CAPES:

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

SOBRE A PESQUISADORA: SUA HISTÓRIA, SEU CONTEXTO

Neste processo de construção, reconstrução, reflexão, aprendizado, desaprendizado e produção do conhecimento, percebi a necessidade de apresentar alguns fragmentos narrativos que trouxessem "centelhas de sentido" a essa pesquisa na ressignificação da minha trajetória:

Eu nunca pensei que aquele professor pudesse me influenciar

Eu sempre tive professores de ciências excepcionais, especialmente os de Biologia: dedicados, apaixonados, criteriosos e muito cuidadosos no laboratório de ciências. No ano 2002, em meu ensino médio tive um professor especial, ele sempre estava com um grande sorriso no seu rosto, mostrando sua paixão pela Biologia e pelo seu ensino. Sempre falava “A biologia é linda”. Cada aula expositiva, cada atividade de laboratório me levava a níveis maiores de aventura e curiosidade. O primeiro trabalho de campo, na verdade foi inesquecível. Até onde um professor pode influenciar os seus estudantes? Eu nunca imaginei que minha experiência com professores como ele poderia me influenciar na escolha do meu curso de graduação.

Eu nunca tive tantas dúvidas

Sem dúvida, eu tinha absoluta certeza que iria estudar alguma coisa relacionada com a Biologia, mas ainda estava com dúvidas. No ano 2004 ganhei uma vaga para estudar medicina na grande “Universidade Central de Venezuela”, e, ao mesmo tempo, ganhei uma vaga para estudar “Educação em Biologia”. Embora eu estivesse muito interessada pela Medicina, aquele curso de Biologia me tinha especialmente cativado. Então, após fazer a matrícula em medicina, fui até a universidade, o *Instituto Pedagógico de Caracas da Universidade Pedagógica Experimental Libertador*, que todos conheciam e que chamavam carinhosamente “Universidade dos professores”. Pelo nome, lembrei que meu professor de Biologia, aquele do ensino médio, tinha estudado ali. Então foi lá que me apaixonei profundamente e para sempre por aquela universidade, pequena, acolhedora, com professores incríveis. Nesse instante, fiz minha escolha, das melhores da minha vida. Ali, aos dezessete anos de idade, comecei a receber minha formação, que durou cinco anos, como professora de Biologia, percorrendo um complexo caminho entre as disciplinas de ciências e os componentes pedagógicos e sociais.

Da utópica universidade à escola de verdade

No meio do meu curso de graduação, aceitei dar aulas de Biologia para estudantes de ensino médio, na mesma escola onde eu tinha estudado há apenas um par de anos. O primeiro grande obstáculo que achei foi ter estudantes da minha idade, que achavam que nós éramos mais colegas. Eu acho que dali para a frente criei uma couraça. Eles precisavam entender que eu estava ali para dar aula, ou não? Dar aula era muito mais do que aquele diálogo bonitinho e apaixonado que haviam me ensinando na faculdade. Foi muito difícil, eu até pensei em sair correndo daquele local, mas nunca fui e também nem sei porquê.

A graduação não foi suficiente

Já no final do curso de graduação eu tinha mais experiência na sala de aula e menos vontade de sair correndo daquela realidade. Mas será que a minha formação não era suficiente? Eu não sabia como disponibilizar tudo aquilo para tentar compreender os meus estudantes, eu não consegui nem me aproximar daquele meu professor de Biologia do ensino médio. Assim ensinar ciências nunca foi tão complexo. Na faculdade fiquei sabendo de um programa de pós-graduação em Ensino de Biologia. Foi mais uma das melhores decisões que já tomei na minha vida. Nesse mestrado conheci uma professora que, para ensinar, perguntava o que eu já sabia ou não do tema. Para mim, esse fato foi determinante, nunca ninguém tinha se importado com aquilo que eu sabia sobre um tema. Ainda mais, ela sempre valorizou até minhas falas mais erradas. Com o tempo, ela se tornou minha professora, minha orientadora de mestrado, minha mãe acadêmica e minha amiga. Foi a responsável por eu me aproximar da Teoria de Aprendizagem Significativa, referencial teórico que ainda hoje me ajuda a tentar compreender o processo de aprendizagem.

Chegou meu amado Diego Alberto

No final do mestrado, eu tinha ganhado um concurso na universidade onde me formei, no departamento de Anatomia e fisiologia humana. Foi um momento incrível na minha vida. Além disso, eu continuava com aquelas poucas horas de aula no ensino médio, que eu quis conservar como termômetro social para ensinar a meus estudantes da faculdade. Imediatamente chegou meu primeiro filho, Diego Alberto, que me levou a outro nível de sensibilidade, melhorando minha práxis pedagógica. Certamente eu nunca poderia esquecer a dificuldade que foi terminar o mestrado (na

Venezuela tem duração de quatro anos) com um bebê tão pequeno. Na época nem imaginava os desafios que me aguardavam no futuro.

Eu sempre me senti bem-vinda na UNICAMP

Depois de finalizar o mestrado, levamos os nossos resultados a diferentes eventos de divulgação. Mas teve um que me foi muito especial, nele conheci vários professores e estudantes ligados ao PECIM. Eu tinha a opção de um doutorado em Educação, mas a oportunidade de fazê-lo em Ensino de Ciências e Matemática era absolutamente encantadora. Participei então do processo seletivo, e me lembro do dia que abri o site para saber os resultados do PECIM, e ainda hoje é inevitável ficar com minha pele arrepiada pela emoção diante do resultado de que havia sido aprovada. Eu vim para o Brasil junto com minha família, com o coração na mão por deixar para trás meu país. Mas as minhas saudades foram curadas pelo Brasil, onde sempre me senti bem-vinda. A UNICAMP só me deu momentos gratos, aprendizados, boas experiências e pessoas inesquecíveis, incluindo a chegada de Alberto David e Mariana del Valle, meus dois filhos mais novos. Eu sempre me senti bem-vinda junto à minha família. Obrigada, Brasil.

Qual será meu próximo desafio?

Embora eu ainda esteja licenciada na minha universidade na Venezuela, não tenho previsão para voltar lá — por agora. Está muito claro, para mim, o meu desejo de voltar para as aulas aqui no Brasil, ter contato direto com estudantes e tentar despertar neles a paixão pelas ciências que mora em mim.

RESUMO

As pesquisas desenvolvidas em didática do laboratório de ciências defendem os estilos e abordagens construtivistas, como as investigativas e resolução de problemas, já que, a partir delas, é possível que os estudantes apliquem métodos e procedimentos para resolver problemas reais no laboratório, além de aprender apenas técnicas e aplicar roteiros. Neste sentido, foram desenvolvidos cinco estudos diferentes, que, em conjunto, dialogaram para atingir o objetivo geral desta pesquisa, ou seja, promover a aprendizagem significativa em professores de ciências da América Latina por meio da sua formação continuada e assíncrona na plataforma de aprendizagem *Moodle*, sob o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências. Assim, com o contexto geral da pesquisa situado na formação continuada dos professores de ciências brasileiros e venezuelanos, formados em Física, Química, Biologia e Geologia, foi desenvolvido o primeiro estudo, de natureza documental, intitulado “Que é aprendizagem? como ela acontece? como facilitá-la? Um olhar das Teorias de Aprendizagem Significativa De David Ausubel e Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer”, que expõe uma ampla revisão teórica crítica do estado da arte em diferentes direções de interesse à pesquisa, pela qual foi possível estimar o baixo nível de correspondência e as posições antagônicas de dois referenciais teóricos relevantes, potentes e vigentes no ensino de ciências. O segundo estudo realizado foi intitulado “Laboratório construtivista e remoto: sequência didática potencialmente significativa para a formação continuada do professor de ciências da América Latina”, e atingiu o processo de construção e validação do curso assíncrono na plataforma *Moodle* para facilitar a formação continuada no laboratório epistemológico e remoto de professores de ciências. O terceiro, quarto e quinto estudos foram resultado direto da aplicação do curso assíncrono na plataforma *Moodle*, para a formação continuada de professores de ciências. São eles: “Concepções epistemológicas e visões pedagógicas sobre o ensino e aprendizagem de ciências: o caso de professores do Brasil e da Venezuela”; “O papel da experimentação didática no ensino de ciências: evidências de aprendizagem significativa de seus professores” e “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas sobre o enfoque epistemológico e remoto do Laboratório Didático: evidências de aprendizagem significativa de professores de ciências”. Finalmente, o processo de formação continuada do professor de ciências em enfoques construtivistas, baseados na resolução de problemas como abordagem epistemológica, sensibilizou os professores ante suas concepções de natureza de ciências, e sobre como deveria ser feito

o ensino para gerar uma aprendizagem significativa, a qual, gerando contribuições potenciais no desenvolvimento de noções de ciência nos estudantes, de maneira que estes sejam coerentes com sua natureza eminentemente humana, consensuada, social, errática e dinâmica. Assim, a implementação de enfoques de experimentação remota no ensino de ciências, traz a oportunidade democrática de oferecer, em escolas públicas, uma ampliação do acesso estudantil à experimentação didática, quase extinta na atualidade. Como parte das perspectivas futuras, propõe-se que os professores da rede pública ou privada de ensino sejam formados, acompanhados e auxiliados no processo de implementação das sequências didáticas com enfoque epistemológico e remoto do Laboratório didático de Ciências, em seus contextos de ensino, em tempo real.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; professores de ciências; formação continuada; enfoque epistemológico; experimentação remota; laboratório didático de ciências.

ABSTRACT

Research carried out on science laboratory didactics favors constructivist styles and approaches, such as those based on research and problem solving, since through these it is possible for students to apply methods and procedures to solve real problems, in addition to learning techniques and apply experimental protocols. In this sense, five different studies were developed, which together discussed to respond to the general objective of this research, that is, to promote meaningful learning in science teachers in Latin America through their continuous and asynchronous training in the Moodle learning platform. On the epistemological and remote approach of the didactic science laboratory. In this way, with the general context of the research located in the continuous training of Brazilian and Venezuelan science teachers, graduated in the areas of Physics, Chemistry, Biology, the first study of a theoretical nature entitled: what is the learning? How does it happen? How to facilitate it? from the visions of Ausubel's Meaningful Learning Theories and Mayer's Multimedia Learning. The study presented a wide theoretical and critical review of the state of the art in different directions of interest for the research, through which it was possible to estimate the low level of correspondence and the antagonistic positions of these two relevant, powerful and current theoretical references of teaching of the sciences. The second study carried out was entitled "Constructivist and remote laboratory: potentially significant didactic sequence for the continuous training of science teachers in Latin America", it represented the process of construction and validation of the asynchronous course on the Moodle platform to facilitate continuous training in the epistemological and remote laboratory of science teachers. The third, fourth and fifth studies were a direct result of the application of the course. These were: "Epistemological conceptions and pedagogical visions about the teaching and learning of science: the case of science teachers. Brazil and Venezuela "; "The role of didactic experimentation in science teaching: evidence of meaningful learning by their teachers "and" Potentially Significant Educational Units under the epistemological and remote approach of the didactic laboratory: evidence of meaningful learning by teachers of science". Finally, the process of continuous training of the science teacher in constructivist approaches, based on problem solving, sensitized the science teacher in their conceptions about NdC and about how science teaching should be carried out to facilitate meaningful learning, possibly generating potential contributions in the development of students' science notions,

consistent with their eminent human, consensual, social, dynamic and erratic nature. In this way, the implementation of remote experimentation approaches in science teaching offers the democratic opportunity of availability to public schools, student access to didactic experimentation. As part of future perspectives, it is proposed to carry out pedagogical mediations that help the science teacher in the process of implementing the didactic sequences with epistemological and remote approaches.

Keywords: meaningful learning; science teachers, continuing education; epistemological approach; remote experimentation; science didactic laboratory.

RESUMEN

Las investigaciones realizadas sobre didáctica del laboratorio de ciencias favorecen los estilos y abordajes constructivistas, como los basados en la investigación y resolución de problemas, ya que a través de estos es posible que los estudiantes apliquen métodos y procedimientos para resolver problemas reales, además de aprender técnicas y aplicar protocolos experimentales. En este sentido, fueron desarrollados cinco estudios diferentes, que en conjunto dialogaron para responder al objetivo general de esta investigación, es decir, promover aprendizaje significativo en profesores de ciencias de América Latina a través de su formación continuada y asíncrona en la plataforma de aprendizaje Moodle sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico de ciencias. De este modo, con el contexto general de la investigación situado en la formación continua de los profesores de ciencias brasileños y venezolanos, graduados en las áreas de Físicas, Química, Biología, fue desarrollado el primer estudio de naturaleza teórica titulado: ¿qué es el aprendizaje? ¿Cómo sucede? ¿Cómo facilitarlo? desde las visiones de las Teorías de Aprendizaje Significativo de Ausubel e Aprendizaje Multimedia de Mayer. El estudio expuso una amplia revisión teórica y crítica del estado del arte en diferentes direcciones de interés para la investigación, mediante la cual fue posible estimar el bajo nivel de correspondencia y las posiciones antagónicas de estos dos referenciales teóricos relevantes, potentes e vigentes de la enseñanza de las ciencias. El segundo estudio realizado, se tituló "Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continua del profesor de ciencia de América Latina", representó el proceso de construcción y validación del curso asincrónico en la plataforma Moodle para facilitar la formación continua en el laboratorio epistemológico y remoto de profesores de ciencias. El tercer, cuarto y quinto estudio fueron resultado directo de la aplicación del curso. Estos fueron: "Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela"; "El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencias de aprendizaje significativa de sus maestros" e "Unidades Educativas Potencialmente Significativas bajo el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico: evidencias de aprendizaje significativo de profesores de ciencias". Finalmente, el proceso de formación continua del profesor de ciencias en enfoques constructivistas, basados en la resolución de problemas, sensibilizó al profesor de ciencias

en sus concepciones sobre NdC y sobre cómo debería ser realizada la enseñanza de las ciencias para facilitar aprendizaje significativo, generando posiblemente contribuciones potenciales en el desarrollo de nociones de ciencias de los estudiantes, consistentes con su eminente naturaleza humana, consensuada, social, dinámica e errática. De este modo, la implementación de enfoques de experimentación remota en la enseñanza de las ciencias, ofrece la oportunidad democrática de disponibilidad a las escuelas públicas, acceso estudiantil a la experimentación didáctica. Como parte de las perspectivas futuras, se propone realizar mediaciones pedagógicas que auxilien al profesor de ciencias en el proceso de implementación de las secuencias didácticas con enfoques epistemológicos y remotos.

Palabras claves: aprendizaje significativo; profesores de ciencias, formación continuada; enfoque epistemológico; experimentación remota; laboratorio didáctico de ciencias.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	18
CAPÍTULO I	23
ESTRUTURAÇÃO GERAL DA METODOLOGIA DA PESQUISA	23
Sujeitos participantes do estudo	23
Variáveis da pesquisa	23
Objetivo Geral	24
Objetivos específicos	25
Etapas metodológicas da Pesquisa:	25
Etapa I de desenvolvimento da fundamentação teórica do Curso	25
Etapa II de Construção do curso assíncrono	26
Etapa III de Validação do curso	26
A Etapa IV de Implementação do curso	26
A Etapa V de Avaliação	26
Matriz síntese do desenvolvimento metodológico da pesquisa	27
Aspectos éticos da pesquisa:	29
CAPÍTULO II	30
DOCUMENTOS PUBLICADOS	30
1º artigo publicado	31
“Que é Aprendizagem? como ela acontece? como facilitá-la? um olhar das Teorias de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer”	31
2º artigo publicado	51
Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica	51
3º artigo publicado	58
Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela	58
4º artigo publicado	78
El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros	78
5º artigo aceito	91
UEPS sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico: evidencias de aprendizaje significativo de profesores de ciencias” ...	91
CAPÍTULO III	105
DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS DA PESQUISA	105

CAPÍTULO IV	114
CONCLUSÕES GERAIS DA PESQUISA.....	114
PERSPECTIVAS FUTURAS DA PESQUISA	115
REFERÊNCIAS.....	116

INTRODUÇÃO GERAL

O laboratório didático de ciências simboliza um fato diferencial próprio do ensino de ciências, representando um complexo mundo de relações relativamente dinâmicas entre o domínio do conhecimento teórico e o domínio do conhecimento metodológico, potencialmente evidentes quando as abordagens do laboratório didático são orientadas à resolução de problemas, à pesquisa, às atividades de laboratórios abertas, mais próximas da atividade científica real (ANDRÉ, MENESES e PESA, 2007)

Não obstante, pesquisadores como: Borges (2004), Fourez (2003), Flores, Caraballo e Moreira, (2009) e Barolli, Laburu e Guridi (2010) enfatizam que o laboratório didático de ciências mantém, ainda hoje, um enfoque eminentemente tradicional, no qual os alunos trabalham em pequenos grupos e seguem as instruções de um roteiro para fazer atividades práticas que envolvem observações e medidas sobre fenômenos previamente determinados pelo professor. Neste sentido, o objetivo da atividade prática pode ser testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas aulas teóricas, descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, ver na prática o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório, destrezas e habilidades importantes na formação dos estudantes, com contribuições limitadas e insuficientes no seu processo de alfabetização científica.

Algumas das críticas que são atribuídas ao enfoque tradicional¹ do laboratório de ciências são relacionadas ao fato de ter atividades experimentais, supra valorizadas, descontextualizadas, irrelevantes do ponto de vista dos estudantes, já que tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo estão previamente determinados pelo professor ou pelo currículo; destinando a maior quantidade de tempo para a montagem de equipamentos, coleta de dados e cálculos para obter respostas esperadas, desestimando a relevância que têm a análise, a discussão e a interpretação dos dados (BARBERÁ e VALDÉS, 1996; BORGES, 2004; ANDRÉ, MENESES e

¹ Nesta investigação, o enfoque tradicional de abordagem do LDC representa uma perspectiva reducionista e, portanto, antagônica aos acordos atuais sobre a natureza das ciências. Nesta perspectiva, o estudante é um ente passivo, sem espaço para análises, reflexões e socialização das informações e dados derivados das atividades experimentais. O professor não leva em consideração os interesses e conhecimentos prévios dos estudantes, dando uma maior atenção à montagem do experimento, obviando a importância do tratamento, sistematização, interpretação e socialização dos dados (Baroli, Luburu y Guridi, 2010; Flores, Caraballo e Moreira, 2009; André, Pesa e Moreira (2007); Hofstein y Lunetta, 2004; Bardera e Valdes 1996; Hodson 1994).

PESA, 2007; FLORES, CARABALLO e MOREIRA, 2009 e 2011; BAROLLI, LUBURÚ e GURIRI, 2010).

Em decorrência, não tem sentido orientar o laboratório didático de ciências para o aprendizado de métodos únicos, infalíveis, como se fosse uma receita. O resultado, além de ser ineficiente, é inadequado, já que contribui para o desenvolvimento de uma visão desfigurada de ciência, da atividade científica e da construção do conhecimento (ANDRÉS, 2004).

Nesta perspectiva, pesquisadores da área de ensino de ciências alertam sobre a necessidade de revisar radicalmente a maneira como é ensinada a ciências nas escolas, com a finalidade de gerar contribuições reais na formação de cidadãos cientificamente alfabetizados (GRECA, MENESES e DIEZ, 2017).

Com efeito, Nieda e Macedo (1997) conforme Tünnermann (2011) sugerem: apresentar e analisar situações com problemáticas abertas, de interesse dos alunos ou algum problema de relevância social, dando importância às variáveis socioeconômicas, políticas e religiosas dos estudantes; ter em conta que esses problemas podem ser abordados de muitos pontos de vista e que as soluções não são únicas, pelo contrário, cada uma delas amplia e reorganiza a compreensão do problema.

Consequentemente, as pesquisas desenvolvidas em didática do laboratório de ciências favorecem os estilos e abordagens construtivistas, como as investigativas e resolução de problemas, já que, através deles, é possível que os estudantes apliquem métodos e procedimentos para resolver problemas reais no laboratório, além de aprender apenas técnicas e aplicar roteiros (BORGES, 2004; FLORES, MOREIRA e CARABALLO, 2009, 2011; ANDRÉS, MENESES e PESA, 2007). Neste sentido, são valorizados os enfoques educacionais que facilitam a construção do marco teórico integrado ao marco metodológico, otimizando o desenvolvimento das atividades no laboratório de ciências, para que sejam mais próximas à natureza do trabalho científico.

Como parte da problemática de ensino de ciências no laboratório didático, os professores enfrentam sérias limitações referidas à disponibilidade de espaços, ambientes, materiais, utensílios e equipamentos indispensáveis para desenvolver atividades experimentais. De fato, Rochadel e Bento da Silva (2013, 2016) asseguram que só no Brasil, 90% dos professores que lecionam em escolas públicas não realizam atividades práticas pela ausência total ou parcial de laboratórios, materiais, equipamentos ou reagentes.

Portanto, num cenário ainda mais cinza, Borgues (2002) apresenta algumas das razões apontadas pelos professores de ciências para justificar a ausência total ou parcial das atividades experimentais na sua prática pedagógica, tais como: falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; debilidades na formação inicial e continuada do professor; laboratórios fechados e sem manutenção, entre outras.

Assim, as carências na formação inicial e continuada dos professores de ciências vêm a socavar ainda mais os problemas de ensino da ciência nos laboratórios didáticos, favorecendo estilos de ensino tradicionais², adotados pelo professor, junto a uma posição inadequada sobre a natureza da ciência.

A este respeito, Flores, Moreira e Caraballo (2011) alertam acerca de três enormes confusões que agravam ainda mais o cenário de ensino e aprendizagem de ciências: confusão entre o papel do cientista e o papel do estudante de ciências; confusão entre a psicologia de aprendizagem e filosofia da ciência; e confusão entre a estrutura substantiva e sintática do conhecimento da disciplina. A ausência de discriminação dos aspectos assinalados acima só gera mais confusão, limitando consideravelmente a compressão do que chama Hodson (1994): aprendizagem da ciência, aprender a fazer ciência e aprender sobre a natureza da ciência.

Neste contexto, a pesquisa tentou atingir pelo menos três das dimensões da problemática de ensino de ciências no laboratório didático, se aprofundando nas direções: formação contínua do professor de ciências, ensino de ciências no laboratório didático e potencialidades dos laboratórios remotos no ensino de ciências.

Para levar a cabo o processo de formação continuada do professor de ciências em enfoques de resolução de problemas e enfoques remotos do laboratório didático, esta pesquisa se apoiou no referencial teórico da teoria da Aprendizagem Significativa, a qual conta com as condições, características, pressupostos, tipos e formas de facilitar a aprendizagem, necessários para compreender a aquisição, assimilação e retenção de aprendizagem, fazendo possível o fato de atribuir significado à aprendizagem (AUSUBEL 1963; NOVAK 1983; GOWIN 1981; MOREIRA 2005, 2011; PALMERO, CARABALLO e MOREIRA 2011).

² Nesse contexto, entende-se por ensino tradicional aquele em que o professor é o detentor do conhecimento e o aluno não gera contribuições no seu processo de aprendizagem, mas sim recebe passivamente os conteúdos disponibilizados de forma arbitrária e descontextualizada pelo o professor.

Foi selecionado o enfoque epistemológico do laboratório didático de ciências, como um tipo de abordagem baseada na resolução de problemas, consistente com as fundamentações da Teoria de Aprendizagem Significativa. O enfoque, proposto por Novak e Gowin (1988), resenhado por Moreira e Levandowski (1983), representa uma abordagem holística e abrangente. Para Flores, Moreira e Caraballo (2011), esta abordagem constitui uma ferramenta útil à luz das tendências atuais do ensino da ciência no laboratório didático, porém é amplamente recomendado há várias décadas (MOREIRA e LEVANDOWSKI, 1983; NOVAK, 1979; NOVAK e GOWIN, 1988; TAMIR, 1989; ANDRÉS, MENESES e PESA, 2007; FLORES, CARABALLO e MOREIRA; 2009 e 2011).

Par tentar atingir a realidade das deficiências e carências da estrutura física dos laboratórios convencionais, que vêm limitando consideravelmente o desenvolvimento de atividades experimentais, esta pesquisa valorizou as potencialidades didáticas do laboratório remoto construído no Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE), do Instituto de Biologia da Unicamp. Assim, os Laboratórios Remotos (LR) são conceitualizados nesta pesquisa como estratégias educacionais inovadoras, com potencialidades para auxiliar o ensino de ciência por meio do oferecimento de um grupo importante e variado de atividades experimentais, democratizando a acessibilidade de professores e estudantes, via web, aos experimentos que acontecem em tempo real.

Nesta lógica, a tese foi organizada em quatro seções, a saber: Estruturação Geral da metodologia da Pesquisa, Artigos publicados ou aceitos para publicação, Discussão geral dos resultados da Pesquisa, e Considerações finais gerais da pesquisa. Na seção de Estruturação Geral da metodologia da Pesquisa, foram contemplados os elementos metodológicos, desde sua perspectiva global, a partir do qual cada um dos estudos foi derivado e desenvolvido. Neste sentido, são expostos os detalhes da natureza da pesquisa, perfil dos participantes dos estudos e etapas metodológicas com a descrição das diferentes técnicas e instrumentos de agrupamento das informações e suas técnicas de análises.

Na seção de Artigos publicados ou aceitos para publicação, são exibidos cinco diferentes estudos, que, em conjunto, dialogam para atingir o objetivo geral da pesquisa de promover a aprendizagem significativa em professores de ciências da América Latina por meio da sua formação continuada e assíncrona na plataforma de aprendizagem *Moodle*, sob o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências. Na continuação, são expostos cada um dos cinco artigos.

O primeiro estudo é intitulado “Que é aprendizagem? como ela acontece? como facilitá-la? um olhar das Teorias de Aprendizagem Significativa De David Ausubel e Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer”. O trabalho é de natureza documental, por intermédio do qual tentou-se responder ao objetivo específico da pesquisa, ou seja, desenvolver uma revisão teórica crítica do estado da arte em diferentes direções. Das análises teóricas, reflexivas e críticas feitas pelos pesquisadores, foi possível estimar o nível de correspondência de dois referenciais teóricos relevantes e vigentes no ensino de ciências, e que, porém, no início seriam utilizados na pesquisa. Não obstante, através do desenvolvimento do estudo, foi possível identificar posturas antagônicas entre os referenciais.

Seguidamente, o estudo intitulado “Laboratório construtivista e remoto: sequência didática potencialmente significativa para a formação continuada do professor de ciências da América Latina” atingiu o processo de construção e validação do curso assíncrono na plataforma *Moodle* para facilitar a formação continuada no laboratório epistemológico e remoto de professores de ciências.

Nesta continuação, são apresentados consecutivamente três estudos, derivados da aplicação do curso assíncrono na plataforma *Moodle*, para a formação continuada de professores de ciências. São eles: “Concepções epistemológicas e visões pedagógicas sobre o ensino e aprendizagem de ciências: o caso de professores do Brasil e da Venezuela”; “O papel da experimentação didática no ensino de ciências: evidências de aprendizagem significativa de seus professores” e “UEPS sob o enfoque epistemológico e remoto do Laboratório Didático: evidências de aprendizagem significativa de professores de ciências”.

Finalmente, após a apresentação dos artigos, a tese exhibe uma terceira seção de Discussão geral dos resultados da Pesquisa, na qual é feita uma discussão geral, abrangente dos resultados, com o intuito de evidenciar o diálogo metodológico associativo existente entre os cinco estudos. Por fim, a última seção expõe as conclusões finais gerais da investigação.

CAPÍTULO I

ESTRUTURAÇÃO GERAL DA METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta investigação foi desenvolvida no *Educational Technology Lab-UNICAMP* a partir da abordagem qualitativa interpretativa que, de acordo com Guba (1990) e Monteagudo (2000), citados por Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2003), trata-se do desenvolvimento dialógico, metodológico e transformador com o intuito de sensibilizar os professores de ciências da América Latina sobre a necessidade de melhorar o seu perfil pedagógico por meio da formação continuada no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências. Nesta perspectiva, foi necessário o desenvolvimento de diversos estudos, através de um processo de triangulação metodológica, que, de acordo com Denzin (1988, p. 318, citado por Moreira, 2011), consentiu a utilização de diversos métodos, superando, deste modo, as debilidades inerentes ao uso de um método único ou um único instrumento de coleta de informação.

Sujeitos participantes do estudo

O contexto geral da pesquisa foi situado na formação continuada dos professores de ciências da América Latina, conseqüentemente a pesquisa foi orientada a professores formados em ciências como a Física, Química, Biologia e Geologia, além de profissionais das áreas STEM³ que, embora não tenham formação docente, atuam como professores de ciências em Ensino Fundamental II e Ensino médio. Os sujeitos envolvidos na pesquisa são, em geral, brasileiros ou venezuelanos. Os detalhes dos perfis dos professores participantes, com formação inicial, número de participantes, área de atuação, nível de atuação, entre outros, estão discriminados em cada um dos estudos realizados.

Variáveis da pesquisa

A partir do processo de formação continuada dos professores de ciências com enfoque epistemológico e remoto, realizada por meio de sua participação ativa no curso assíncrono na plataforma de aprendizagem *Moodle*, foi possível aprofundar no estudo das variáveis definidas com base no marco do referencial teórico

³ STEM – sigla em inglês para *Science, Technology, Engineering e Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, em português).

ausbeliano, para o qual foi necessário construir e adaptar diferentes instrumentos. O estudo das variáveis foi realizado a partir de cinco estudos desenvolvidos nesta pesquisa. Nesta lógica, as variáveis foram discriminadas da seguinte forma:

- Incidência dos conhecimentos prévios dos professores de ciências sobre a didática no laboratório de ciências.
- Implicações das concepções epistemológicas dos professores participantes sobre a natureza das ciências, trabalho do laboratório e didática de ciências no laboratório didático de ciências.
- Aplicações didáticas do enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático no ensino e aprendizagem de ciências.

Em coerência com as variáveis da pesquisa, foram propostas as seguintes questões orientadoras da pesquisa:

1. Que elementos teóricos e metodológicos devem ser considerados no desenvolvimento de um curso assíncrono para a formação continuada de professores de ciências da América Latina sobre o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências?
2. Que elementos teóricos e metodológicos devem ser considerados pelo professor de ciências para aplicar o enfoque epistemológico e remoto na sua didática no laboratório de ciências?
3. Qual poderia ser a visão dos professores participantes do curso sobre a natureza da ciência, a atividade científica e didática do laboratório de ciências?
4. Será possível perceber as mudanças conceituais dos professores de ciências sobre suas concepções da natureza da ciência, da atividade científica e da didática do laboratório de ciências?
5. Qual será a avaliação dos professores participantes sobre o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências?

Baseada nas questões apontadas acima, a pesquisa se propôs os seguintes objetivos:

Objetivo Geral

Promover a Aprendizagem Significativa em professores de ciências latino-americanos por intermédio de sua formação continuada no enfoque epistemológico e

remoto do laboratório didático de ciências por meio da concepção, implementação e avaliação do curso assíncrono na plataforma de aprendizagem *Moodle*.

Objetivos específicos

- ✓ Desenvolver uma revisão teórica crítica do estado da arte em três direções: a formação contínua do professor de ciências da América Latina; abordagens alternativas do laboratório didático de ciências e potencialidades didáticas da experimentação remota.
- ✓ Construção do curso assíncrono para potencializar a formação contínua do professor de ciências latino-americano no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências.
- ✓ Validação do curso assíncrono para potencializar a formação contínua do professor de ciências da América Latina no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, por meio da avaliação de especialistas e usuários.
- ✓ Identificar as concepções sobre a natureza das ciências, atividade científica e didática do laboratório de ciências que os professores participantes do curso têm.
- ✓ Estimar a qualidade da produção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas baseadas no enfoque epistemológico do laboratório didático de ciências com apoio nos LR, feitas pelos professores participantes do curso.
- ✓ Propor o enfoque epistemológico e remoto como abordagens alternativas do laboratório didático no ensino e aprendizagem da ciência.

Para dar cumprimento aos diferentes objetivos, foram desenvolvidas as seguintes etapas.

Etapas metodológicas da Pesquisa:

Esta pesquisa foi organizada em cinco etapas: *etapa I - desenvolvimento da fundamentação teórica do Curso*, *etapa II - Construção do curso assíncrono*, *etapa III - validação do curso*; *etapa IV - implementação do curso* e *etapa V - Avaliação do curso*. Assim descritas:

Etapa I de desenvolvimento da fundamentação teórica do Curso, na qual a fundamentação teórico-pedagógica do curso assíncrono para a formação contínua do professor de ciências precisou de revisão crítica e reflexiva do estado da arte em três

direções: a da formação continuada do professor de ciências latino-americano; os enfoques alternativos do laboratório didático de ciências; e as novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) para melhorar o ensino de ciências à distância no laboratório didático. Neste sentido, foi necessário concentrar a análise em fontes confiáveis e contemporâneas de informação, disponibilizadas on-line, como NDTD, CLACSO, Biblioteca Virtual FAPESP, Scielo, Redalyc, Latindex, Dialnet, Directorio de Revista OEI, DOAJ, entre outros.

O processamento das informações foi feito por meio de uma correlação da informação e triangulação das diferentes fontes. Neste ponto da investigação, foi contemplado o uso da ferramenta Mendeley⁴ para organizar as informações. A sistematização e registro das informações foi realizada mediante tabelas, gráficos, matrizes de informação e mapas conceituais.

Etapa II de Construção do curso assíncrono: o planejamento do curso assíncrono “laboratório de ciências: construtivista e remoto” na plataforma de aprendizagem *Moodle* contemplou as conclusões expressas na triangulação das diferentes fontes na etapa I. O curso foi desenvolvido em espanhol e em português, constituído por quatro sessões de cinco horas cada uma, no intuito de que cada sessão possa ser realizada em uma semana, de modo a facilitar o acesso flexível, ajustando a disponibilidade de tempo dos professores participantes. O conteúdo do curso foi baseado nas dimensões pedagógica-construtivista, colaborativa, didática do laboratório de ciências, crítica e reflexiva.

Etapa III de Validação do curso: o processo de validação do curso, chamado “laboratório de ciências: construtivista e remoto”, ocorreu por meio da consulta a nove professores doutores especialistas em ensino das ciências. As apreciações dos consultores, que participaram no processo de validação, foram registradas no instrumento tipo escala de *Likert* com 38 itens. Adicionalmente, o curso foi submetido ao processo de avaliação por pares no 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (6º ENAS).

A Etapa IV de Implementação do curso foi realizada entre o início de 2018 até o primeiro trimestre de 2019.

A Etapa V de Avaliação do curso fez uso de diversas técnicas e instrumentos, aplicados em momentos distintos, são eles:

⁴ É um aplicativo web gratuito que permite o armazenamento, gerenciamento e compartilhamento *online* de referências e demais documentos da pesquisa.

I. Aplicação, em diferentes momentos do curso, de uma entrevista com apoio no instrumento estilo escala de *Likert* constituída por 30 itens, por meio da qual é possível ter uma aproximação das concepções epistemológicas dos professores participantes sobre a natureza das ciências, trabalho do laboratório e didática de ciências no laboratório didático. Foi utilizada a Análise de Conteúdo para o tratamento das informações.

II. Construção, em diferentes momentos do curso, de mapas conceituais no software *Cmap Tools*, sobre a experimentação didática no ensino das ciências, em conjunto com as aplicações dos enfoques epistemológicos e remoto do laboratório didático. As análises dos mapas foram feitas de acordo com os critérios para avaliação quantitativos e qualitativos de mapas conceituais sugeridos por Flores, Caraballo e Moreira (2011 e 2014); Camejo e Diez (2014).

III. Participação ativa dos professores no fórum de discussão, conceitualizado como espaço para compartilhar ideias sobre o ensino de ciências no laboratório didático, tirar dúvidas, refletir e opinar sobre a utilidade do enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático. As transcrições foram posteriormente sistematizadas no software *Nvivo* e, em seguida, feita Análise de Conteúdo.

IV. Construção progressiva em diferentes momentos do curso de sequências didáticas, na configuração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (Moreira 2005, 2010) baseadas no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, centralizado nos contextos educacionais de cada professor participante. Em alguns casos, foi sugerida, a utilização da V de Gowin⁵. A análise das sequências didáticas foi de acordo com os critérios para avaliação quantitativos e qualitativos sugerida por Andrés, Meneses e Pesa (2006) e Flores, Concesa e Moreira (2011).

Na continuação, é apresentada a matriz síntese da estruturação metodológica geral desta pesquisa.

Matriz síntese do desenvolvimento metodológico da pesquisa

<i>Etapas metodológicas</i>	<i>Fonte dos dados</i>	<i>Técnicas de coleta dos dados</i>	<i>Instrumento de coleta</i>	<i>Técnicas/modelos de análises de dados</i>
-----------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------------------------	--

⁵ Estratégia de Aprendizagem Significativa, conceitualizada como um instrumento heurístico para ajudar a desenvolver o processo de produção de conhecimento científico.

I Desenvolvimento da fundamentação teórica	Fontes confiáveis e atuais de informação, disponibilizadas <i>on-line</i> como: CLACSO, Scielo, Redalyc, Latindex, Dialnet.	Revisão crítica do estado da arte em três direções: - Formação continuada do professor de ciências. - Enfoques epistemológicos e remotos do Laboratório didático.	- Matrizes informativas - Mapas conceituais - V de Gowin	- Correlação da informação. - Triangulação das diferentes fontes.
II Construção do curso assíncrono	Conclusões expressas na triangulação das diferentes fontes da etapa I.	Contemplação das dimensões: - Pedagógicas/constructivista. - Colaborativa - Didática do laboratório de ciências. - Crítica e reflexiva	- Plataforma de Aprendizagem <i>Modle</i> . - Materiais educacionais de diferentes formatos.	-
III Validação do curso	- Nove professores doutores especialistas em ensino de ciências (didática do laboratório de ciências, formação inicial e continuada do professor de ciências e em novas Tecnologias de Informação e Comunicação. - Professores participantes do 6º Encontro nacional de Aprendizagem Significativa.	- Entrevistas <i>online</i> . - Discussões grupais - Discussões socializadas.	- Escala de <i>Likert</i> constituída por 30 itens. A validação dele foi feita pelo juízo de especialistas. - Matriz informativa, áudio e vídeos.	- Análises de conteúdo. - Triangulação crítica.
IV Implementação do curso	--	--	--	--
V Avaliação do curso	Professores de ciências participantes do curso	- Entrevistas - Mapas conceituais. - Discussões socializadas.	- Escala de <i>Likert</i> de 30 itens. - Mapas conceituais construídos no <i>Cmap Tools</i> . - Registro <i>online</i> de fórum de discussão. - Sequências didáticas (UEPS) em formato V de Gowin.	- Análises de conteúdo. - Análises quantitativos e qualitativos de mapas conceituais de Flores, Caraballo e Moreira (2011) e Camejo (2015). - Análises quantitativas sugeridas por Andrés, Meneses e Pesa (2006) e Flores, Concesa e Moreira (2011).

Aspectos éticos da pesquisa:

Os dados coletados e sistematizados nesta pesquisa foram codificados e tratados no marco legal ético do comitê de ética e pesquisa (CEP) da Unicamp, pelo qual não apresentou riscos previsíveis para os professores participantes. Em conclusão conta com a avaliação e autorização do CEP da Unicamp, número de CAAE 65631116.2.0000.5404.

CAPÍTULO II

DOCUMENTOS PUBLICADOS

Na continuação, serão apresentados os documentos publicados na ordem cronológica na qual foi feita sua publicação, conservando e respeitando os aspectos originais destes (formatação e língua) de acordo com cada uma das revistas. Além disso, a distribuição destes documentos responde à ordem que serão apresentados no seguinte capítulo III, de discussão geral dos resultados da pesquisa.

1º artigo publicado

“Que é Aprendizagem? como ela acontece? como facilitá-la? um olhar das Teorias de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer”

QUE É APRENDIZAGEM? COMO ELA ACONTECE? COMO FACILITÁ-LA? UM OLHAR DAS TEORIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL E APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA DE RICHARD MAYER

(What is learning? How does it happen? How can it be facilitated? A version from the theories of meaningful learning of David Ausubel and Multimedia Learning of Richard Mayer)

Ivana Elena Camejo Aviles [ivanacamejo_18@hotmail.com]

Eduardo Galembeck [eg@g.unicamp.br]

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática,
Laboratório de Tecnologia Educacional, Universidade Estadual de Campinas.
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-970. Brasil.

Resumo

Nesta pesquisa de natureza documental, questionamos em que medida a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2009) poderia incorporar os elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) na visão de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira. Assim, desenvolvemos uma análise teórico-reflexiva dos elementos da TCAM que forneça evidências de seu nível de correspondência com a TAS. Os focos de interesse e categorias de análises desta análise crítica e reflexiva, foram definidos a priori pelos autores, tais como: conceitualização de aprendizagem, mecanismos para alcançar a aprendizagem e materiais didáticos para facilitar a aprendizagem. Embora a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e a Teoria de Aprendizagem Significativa representem dois robustos referenciais teóricos-pedagógicos com potencial para superar as limitações de ensino de ciências na atualidade, na opinião dos autores deste trabalho, a TCAM não incorpora elementos suficientes da TAS, gerando inconsistências teórico-pedagógicas e, portanto, posturas antagônicas entre as duas teorias.

Palavras-Chave: teoria de aprendizagem significativa; teoria cognitiva de aprendizagem multimídia; aprendizagem, ensino das ciências.

Abstract

This work presents a documentary research in which we ask: the Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) incorporates the elements of Meaningful Learning Theory (TAS) according to Ausubel, Novak, Gowin, and Moreira? In this sense, we performed a theoretical reflexive analysis of the elements of the TCAM to provide evidence of its level of correspondence with the TAS. To do so, the authors defined the focus of this critical and reflective analysis a priori, such as conceptualization of learning, mechanisms to achieve learning and didactic materials to facilitate learning. The Cognitive Theory of Multimedia Learning and the Meaningful Learning Theory represent two robust theoretical-pedagogical references with the potential to pass through the limitations of science teaching today. Despite this, in the vision of the authors of this article, the TCAM does not incorporate enough elements of the TAS, raising pedagogical inconsistencies and antagonistic positions between the two theories.

Keywords: meaningful learning theory, cognitive theory of multimedia learning, learning, science teaching.

1-Introdução

Como parte de uma tentativa de situar o presente trabalho em um campo teórico específico, são apresentadas e contrastadas as teorias construtivistas atuais, a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2009) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira. Estas teorias fazem parte dos resultados dos últimos anos de investigação em psicologia cognitiva, filosofia, história e epistemologia da Ciência, sempre tentando melhorar o complexo processo de ensino e de aprendizagem, procurando dar resposta às demandas contemporâneas da sociedade, construindo uma cultura científica e tecnológica abrangente.

Coerentemente, Sessa e Frateschi (2017) ressaltam a necessidade de ter uma educação científica que facilite a visão de ciência como uma das formas de compreender o mundo, contribuindo na apropriação de uma alfabetização mais ampla, que considere outras dimensões além de conhecer/saber teorias científicas, ou seja, os contextos sociais, históricos e culturais e que promova habilidades de desenvolvimento crítico.

Nesse sentido, o presente trabalho, de natureza teórica, faz parte de uma pesquisa mais ampla, que em princípio tentou desenvolver uma combinação efetiva das teorias de Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Multimídia como referenciais teóricos-pedagógicos da pesquisa, este artigo surge do seguinte questionamento: em que medida a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2009) incorpora os elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) nas noções de Ausubel (1983, 2002), Novak (1977, 1981), Gowin (1981) e Moreira (1997, 2003, 2005, 2009 e 2010).

Assim, a presente pesquisa documental propõe desenvolver uma análise teórico-reflexiva dos elementos da teoria de Mayer que contribua para estimar seu nível de correspondência com a Teoria de Aprendizagem Significativa, que é o principal referencial teórico-pedagógico da pesquisa. Então, é preciso:

- a. Analisar os elementos considerados pela TAS e TCAM no processo de conceitualização de aprendizagem, desenvolvimento de aprendizado e materiais didáticos facilitadores de aprendizagem.
- b. Estimar o grau de correspondência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (Mayer 2002, 2009) com os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa, nas noções de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira.
- c. Determinar o grau de correspondência e possível subjacência teórico-pedagógica existentes entre a Teoria de Aprendizagem Significativa e Teoria de Aprendizagem Multimídia.

2- Fundamentação teórica

Na atualidade, tem sido questionada a efetividade das contribuições da Educação em Ciências no sentido de melhor servir aos interesses da coletividade. De acordo com Auler e Muenchen (2007) em Queiroz (2012), é possível afirmar que a ensino de ciências ainda apresenta hoje limitações e problemas a serem enfrentados, dentre os quais se destacam: a idealização da atividade científica, exibindo suas construções como produtos corretos, verdadeiros, acabados e imutáveis, apresentados fora de seu contexto de produção; ensino com enfoque estritamente disciplinar; falta de motivação dos alunos; o distanciamento entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”; e provavelmente atrelado a todos esses aspectos, um baixo nível de aprendizagem.

Assim, Greca, Meneses e Diez (2017) justificam a eminente necessidade de revisar radicalmente a maneira como é o ensino das ciências nas escolas, com a finalidade de gerar contribuições reais na formação de cidadãos cientificamente alfabetizados. Eles recomendam que um ensino das ciências deveria partir de um processo intencional de diagnóstico de problemas, crítica de experimentos e

distinção de alternativas, planejamento de pesquisas, validação de hipóteses, revisão de informação, construção de modelos, socialização e construção de argumentos coerentes, conseguindo desta maneira, captar o interesse e a ilusão dos estudantes.

Nieda e Macedo (1997) em Tünnermann (2011) geram algumas medidas que devem ser levadas em conta para superar os obstáculos no ensino de ciências e elevar sua qualidade, tais como: apresentar e analisar situações problemáticas abertas, de interesse para os alunos ou algum problema de relevância social, que leve em conta as variáveis socioeconômicas, políticas e religiosas dos estudantes; ter em conta, que esses problemas podem ser abordados de muitos pontos de vista e que as soluções não são únicas, cada uma delas amplia o reorganiza sua compreensão.

Neste sentido, essas autoras consideram que para superar os modelos didáticos expositivos de transmissão verbal e de descobrimento indutivo, as alternativas reducionistas das mudanças conceituais e as propostas que defendem a substituição drástica das concepções alternativas, precisam começar em:

- a) Construir propostas didáticas que levem em conta as concepções alternativas (CA) dos estudantes, para analisar as situações nas quais elas são pertinentes.
- b) Submeter as ideias contemporâneas da ciência, permitindo que as CA se contrastem, se ampliem, se reorganizem e sejam contextualizadas.
- c) Potencializar a aprendizagem significativa.
- d) Considerar enfoques de experimentação abertos, mediados pela investigação de situações problemáticas; baseadas nas novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).
- e) Propiciar o uso de procedimentos do trabalho científico, ensinando-lhes estratégias de pensamento crítico e várias técnicas de produção científica.

Do mesmo modo, as concepções filosófica-contemporâneas e epistemológicas da ciência e suas construções, parecem ser coerentes, com as atuais correntes psicológicas cognitivas da educação, como a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Mayer (2009) e a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963, 1981, 2002).

Para Mayer (2005), o conceito de aprendizagem multimídia (Multimedia Learning), é a aprendizagem por meio de palavras e imagens, então as palavras incluem o discurso falado e a parte escrita, enquanto as imagens podem ser estáticas (ilustrações e fotos) ou dinâmicas (animações e vídeos), as quais devem cumprir com algumas condições de adição de palavras e imagens, para garantir a aprendizagem. Assim, o princípio multimídia enuncia que as pessoas aprendem mais com o uso de imagens e palavras, do que somente com o uso isolado de um ou de outro.

Assim, Tavares (2007) em Rocha, Leite, Coutinho e De Araujo (2014) acredita que ambientes multimídia podem propiciar situações que facilitam a construção de significados, na medida em que oferecem, ao aprendiz, ferramentas poderosas, as quais ele pode utilizar numa atividade individual e colaborativa. Nesse sentido, a informática educativa pode se colocar como uma ferramenta inclusiva ao estender, a um número maior de pessoas, a possibilidade de conseguir visualizar e abranger fenômenos naturais, facilitando o desenvolvimento da abstração como um processo cognitivo fundamental no ensino das ciências.

Em relação à teoria de Aprendizagem Significativa, Ausubel (2002) é exposto a aprendizagem significativa como o mecanismo humano para adquirir e reservar a imensa quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo do conhecimento. É um processo através do qual, um novo

conhecimento é relacionado de maneira não arbitrária e substantiva com a estrutura cognitiva do aprendiz.

Para Novak (1997), a aprendizagem significativa subjaz a integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação, a qual conduz o engrandecimento humano. Neste sentido, em sua teoria humanística de educação, a aprendizagem significativa contribui para a construção do conhecimento humano, e o faz integrando positivamente pensamentos, sentimentos e ações. Então, os eventos educacionais planejados nesta linha de ideias são ações para mudar sentidos (pensar) e sentimentos entre aprendiz e professor (experiência afetiva).

Portanto, Moreira, Caballero e Rodríguez (1997) consideram que as tendências vigentes, que apontam para um ensino e aprendizagem das ciências de qualidade, se referem a construtivismo e aprendizagem significativa. Ou seja, desta perspectiva, seria possível potencializar a aprendizagem pela visão contemporânea da ciência e da atividade científica.

Contra a necessidade de redimensionar o ensino das ciências, o Programa Internacional de Doutorado em Ensino da Ciências (PIDEC, desde 1999 até a atualidade), representou uma importante iniciativa acadêmica das Faculdades de Ciências Humanas e Educação da Universidade de Burgos (Espanha) e Instituto de Física da Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil). O PIDEC, desde sua criação, orientou a formação de professores pesquisadores em ensino de ciências experimentais. A teoria de aprendizagem significativa e as contribuições da psicologia cognitiva contemporânea, eram os principais referenciais teóricos que sustentaram sua proposta (Caballero, 2015).

A produção científica em ensino das ciências, sob a perspectiva de aprendizagem significativa e visões cognitivas atuais, permitiram melhorar o ensino de ciências na Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Espanha, México, Portugal e Venezuela. Mais de trinta doutores graduados pelo PIDEC, acreditam em ensino de ciências e matemática baseada na promoção de uma aprendizagem válida e útil, uma aprendizagem significativa (Caballero, 2015).

O conceito de aprendizagem significativa, originalmente proposto por Ausubel (1963, 1968) e enriquecido por Novak e Gowin (1971, 1981), é subjacente a outras teorias com visões construtivistas, cognitivas ou humanistas. Por esta razão, Moreira (1997) propôs que a aprendizagem significativa é um conceito supra-teórico, não obstante, esclarece que é mais útil a visão original ausubeliana.

Moreira (1997, 2016) expõe que algumas teorias cognitivas e humanistas interpretam de maneira superficial a aprendizagem significativa, que conduzem a temida trivialização da teoria. Além disso, expõe que essas interpretações têm muito mais a ver com uma incorporação superficial do conceito no discurso sobre ensino e aprendizagem, do que com teorizações a respeito ao tema.

Nossa última pretensão com este estudo teórico, é tentar estimar o grau de correspondência destes dois potentes REFERÊNCIAS teóricos, a Teoria de Aprendizagem Significativa e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, com a finalidade de evitar futuras posições antagônicas, que dificultem a fundamentação, compreensão e desenvolvimento, que acredita na E-learning para fornecer a formação continuada de professores de ciências na América Latina sob o enfoque epistemológico do laboratório didático das ciências, baseado em Laboratórios Remotos.

3- Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de natureza documental, que em concordância com Suarez (2007), procura a reconstrução de informações para gerar contribuições teóricas, permitindo recriação e redefinição de situações, abordagens e critérios.

O contexto da pesquisa tenta combinar dois REFERÊNCIAS teóricos, tais como a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, no intuito de fortalecer a formação continuada do professor de Ciências, e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Mayer, partindo da necessidade de fornecer um referencial teórico que sustente o a tentativa desta formação continuada através de E-learning. Nesse sentido, o processo concatenado envolvido na pesquisa documental, procura um enriquecimento do sistema mediante um processo divergente, incluindo as seguintes estratégias: aprofundamento, ligação e ampliação (Cellard, A. 2008). Assim, os pesquisadores voltam a examinar o material, a fim de aumentar seu conhecimento, descobrir novos ângulos e aprofundar sua visão, explorar as ligações existentes entre as teorias, tentando estabelecer relações e associações, passando então a combiná-los, separá-los ou reorganizá-los (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Voltados aos objetivos desta pesquisa, foi desenvolvido um levantamento informativo e comparativo de documentos, principalmente livros e artigos de pesquisa arbitrada, produzidos pelos autores das duas teorias, disponibilizadas on-line nas bases de dados e as informações geradas no levantamento da informação, foram objetos de análise de conteúdo, análise interpretativa e triangulação crítico-reflexiva. Os aspectos informativos de relevância e interesse dessa pesquisa, foram destacados nos textos, transformados e codificados em tabelas ou diagramas, e interpretados em mapas conceituais e figuras.

Neste sentido, as categorias ou focos de análises desta revisão crítico-refletiva sobre as teorias TAS e TCAM, foram definidos a priori pelos pesquisadores, tais como:

- a) Conceitualização de aprendizagem.
- b) Mecanismos para alcançar a aprendizagem.
- c) Estratégias para facilitar a aprendizagem.

Assim, as análises descrevem as contribuições de cada uma das teorias com respeito aos três focos de revisão, e tenta revelar neste sentido as consistência e possíveis posições antagônicas, elementares na opinião dos autores deste artigo, na seleção destas teorias como referenciais teóricos pedagógicos de pesquisas em ensino de ciências.

4- Resultados

Nesta oportunidade, serão apresentados os aspectos teóricos de relevância e interesse da pesquisa, relacionados com os três focos de análise: concepções de aprendizado, mecanismos para o desenvolvimento de aprendizado e estratégias facilitadores de aprendizagem, em concordância com as contribuições de cada uma das duas teorias cognitivas estudadas.

Teoria de Aprendizagem Significativa: o que é aprendizagem?

Ausubel (1983) explicou que a aprendizagem é significativa quando os novos conteúdos são relacionados de modo não arbitrário e substancial (não literal) ao que o aluno já sabe. Nesta relação entende-se que as ideias se relacionam com algum aspecto existente especificamente relevante da estrutura cognitiva o aluno, como uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição. Neste sentido, quando uma nova informação é conectada com um conceito relevante subsunção já pré-existente na estrutura cognitiva, as novas ideias, conceitos e proposições podem ser aprendidos significativamente. Portanto, as novas ideias, conceitos e proposições que são compreendidas, serão incorporadas a estrutura cognitiva do indivíduo.

Certamente, para Ausubel, a característica mais importante da aprendizagem significativa é que, produzir uma interação entre os conhecimentos mais relevantes da estrutura cognitiva e das novas informações não é uma simples associação, de modo que estas adquirem um significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e substancial, favorecendo a diferenciação, evolução e estabilidade dos subsunções pre-existentes, e consequentemente de toda a estrutura cognitiva. A Figura 1 mostra as características dos tipos de aprendizagem significativa.

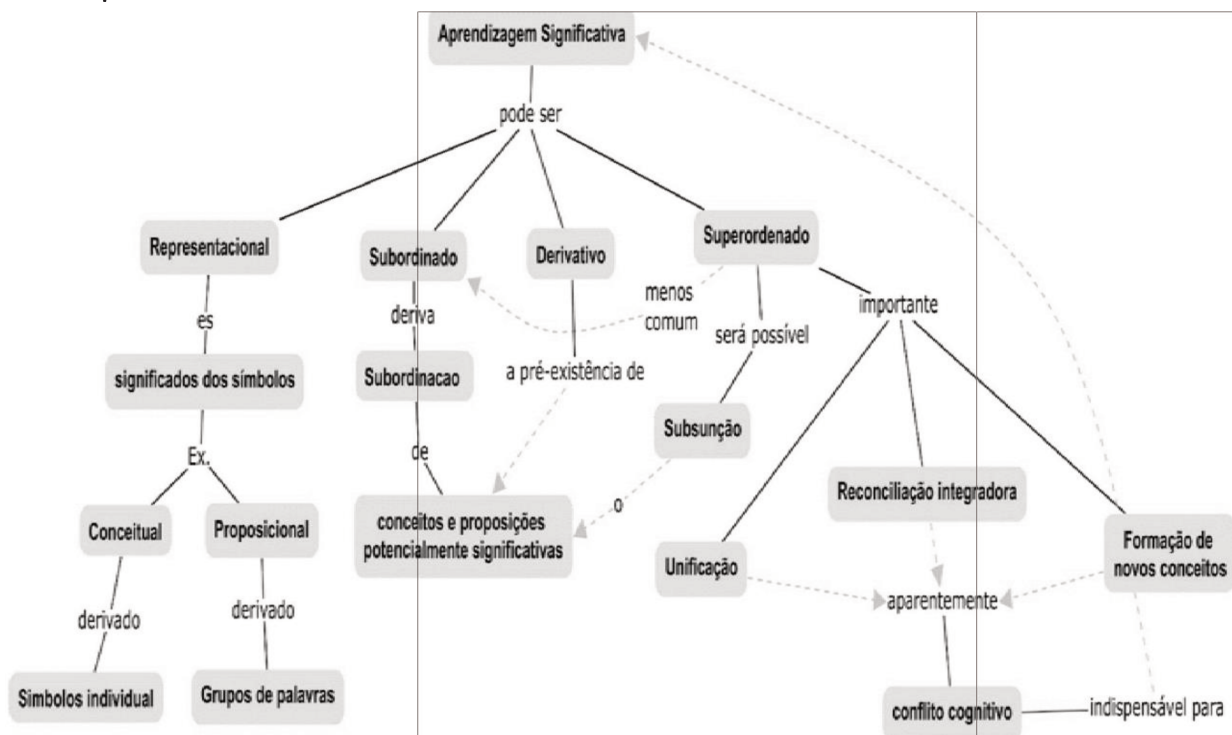


Figura 1. – Mapa conceitual acerca dos tipos de aprendizagem significativa. (Camejo, 2017).

4.1- Aprendizagem Significativa: concepção de Novak e Gowin

Para Novak (1977, 1981), a aprendizagem significativa surge da integração construtivista entre pensamento e ação, o que conduz ao engrandecimento humano. Então, o aprendiz adota uma conotação que vai além da cognitiva, uma conotação humanista. Neste sentido, uma teoria educacional deve considerar que os seres humanos pensam, sentem e atuam, então a teoria deveria ajudar a compreender e melhorar as formas pelas quais as pessoas realizam estas ações.

De tal forma que, Novak (1977, 1981), estabelece que qualquer evento que se considere educativo, é uma ação para mudar significados e sentimentos. Desta maneira, o autor se refere à dimensão cognitiva do aprendiz, e à dimensão humanista relacionada com os sentimentos e emoções, vinculadas no ato educativo entre o professor e o estudante. Neste sentido, o fato educativo é um processo amplo que envolve os processos cognitivo (intercâmbio de significados) e a experiência afetiva.

Nesta mesma linha de ideais, Gowin (1981) através de sua teoria educacional apresentada em *Educating*, propôs um modelo de ensino com uma acentuada ênfase na afetividade, presente na aprendizagem significativa. O modelo descreve uma relação tripla entre professor, materiais educacionais e o estudante. Então, os episódios de ensino e aprendizagem consistem em contínuo

intercâmbio de significados entre os componentes deste trio, que procura constantemente a congruência de significados entre si.

Deste modo, de acordo com Ausubel, o ensino-aprendizagem acontece quando o professor intencionalmente atua para mudar os significados de seus estudantes através de materiais potencialmente significativos. Neste ponto, o autor ressalta a importância da predisposição para aprender do estudante, atuando intencionalmente para captar significados dos materiais educacionais, os quais são posteriormente manifestos ao professor através de signos equivalentes, sem reproduzir os conteúdos dos materiais potencialmente significativos.

A Figura 2 representa as interações que acontecem constantemente entre o professor, materiais educacionais e estudantes durante o processo de troca de significados, de acordo com o modelo triádico de Gowin.

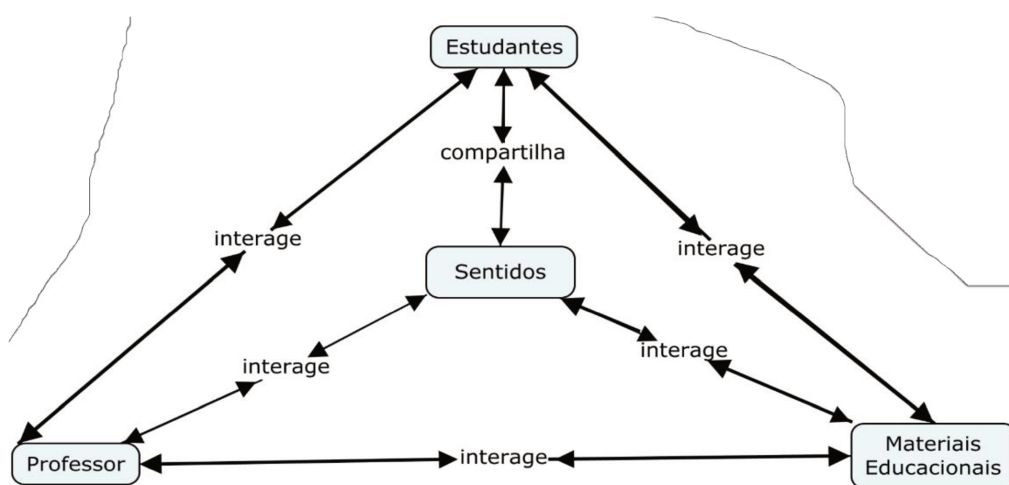


Figura 2. – Modelo triádico educacionais de Gowin. (adaptado de Moreira 2010).

4.2- Aprendizagem Significativa: concepção de Moreira

A noção de Moreira (1997, 2003, 2009) sobre a AS não é muito diferente das anteriores, de fato para ele, o AS é obviamente uma aprendizagem com significado, entendendo que a aprendizagem é significativa quando os novos conhecimentos (conceitos, ideais, proposições, modelos, fórmulas) passam à significar algo para o aprendiz, e ele ou ela são capazes de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver um problema novo, enfim quando compreende. Deste modo, este aprendizado tem como característica a interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

As novas contribuições de Moreira (2005, 2010), tem a ver com a AS e crítica, definida por ele como uma nova perspectiva que permite ao sujeito formar parte de sua cultura e ao mesmo tempo não ser subjugado por ela, por seus mitos e ideologias. Então, segundo o autor, se trata de uma perspectiva antropológica em relação às suas atividades do grupo social, que permite ao indivíduo participar de tais atividades e ao mesmo tempo reconhecer quando a realidade está se distanciando tanto que já não é percebida pelo o grupo.

Teoria de Aprendizagem Multimídia: o que é aprendizagem? A concepção de Mayer

As investigações sobre a aprendizagem mostram que a aprendizagem significativa depende da atividade cognitiva do aluno durante a aprendizagem e não de atividades comportamentais do aluno durante a aprendizagem. Neste sentido, a aprendizagem ativa torna-se em um mecanismo para alcançar a aprendizagem significativa.

Mayer (2009) entende que a melhor maneira de promover a aprendizagem significativa é através de atividades práticas, tais como um programa de multimídia altamente interativo. No entanto, a atividade comportamental não garante um aprendizado cognitivamente ativo. Então é possível participar de atividades práticas que não promovam o processamento cognitivo ativo. Pode-se supor que apresentar o material a um aluno não é uma boa maneira de promover a aprendizagem ativa porque o aluno pode receber passivamente, por exemplo apresentar um longo e enfadonho capítulo de livro ou palestra. No entanto, em outras situações, os alunos podem alcançar aprendizagem significativa através de atividades multimídia, como uma mensagem multimídia. A Tabela 1 apresenta os diferentes tipos de aprendizagem ativa, de acordo com as instruções baixo (ineficiente) ou alta (eficiente).

Tabela 1: Tipos de aprendizagem ativo (tomada de Mayer, 2009).

Instrução	Baixa	Alta
Baixa	Instruções passiva ineficaz: Não promove aprendizagem significativa	Instrução passiva eficaz: Promove resultados de aprendizagem significativas
Alto	Instrução ativa ineficaz: Não promove aprendizagem significativas	Instrução eficaz ativa: Promove resultados de aprendizagem significativa

De acordo com a Tabela 1, a aprendizagem ativa, depende do processamento cognitivo ativo do aluno, então, é importante planejar experiências de aprendizagem que propiciem o processamento cognitivo apropriado. Neste sentido, Mayer acredita que a aprendizagem feita através de mensagens multimídia podem promover a aprendizagem cognitivo ativa, embora os estudantes parecem ser inativos em seu comportamento, ou seja, as mensagens educativas multimídia bem feitas, podem promover o processamento cognitivo ativo em estudantes aparentemente inativos em quanto a comportamento. Para Mayer (2009), o ensino multimídia se refere à apresentação de materiais usando palavras e imagens, com a intenção de promover a aprendizagem. No caso de Aprendizagem Multimídia, acredita-se que os estudantes podem entender uma explicação quando esta é apresentada por meio de palavras e imagens.

Assim, Mayer (2001, 2009) explica como o planejamento adequado de mensagens multimídia pode promover a aprendizagem significativa, particularmente focada em formas de integrar palavras e imagens. Ou seja, as pessoas aprendem melhor com o ensino e multimídia e não somente palavras isoladas. Esta simples declaração representa a tese de Mayer, que guiou o desenvolvimento de sua obra Multimedia Learning (2001, 2009). Em síntese, na opinião de Mayer, a aprendizagem ativa pode ser significativa se acontecer a partir de um ensino ativo baseado em mensagens multimídia, compostas por palavras e imagens.

Outro elemento fundamental na aprendizagem multimídia é a consideração dos conhecimentos prévios no processo de integração baseada em palavras e imagens, já que envolve a construção de conexões entre partes correspondentes dos modelos pictóricos e verbais, bem como o conhecimento

da memória de longo prazo. Este processo ocorre na memória de trabalho visual e verbal, e envolve a coordenação entre eles. Este é um processo exigente que requer o uso eficiente da capacidade cognitiva. O processo reflete ou resume a importância de que a aprendizagem faça sentido, porque o aluno deve se concentrar na estrutura subjacente das representações pictóricas e verbais. O aluno pode usar o conhecimento prévio para ajudar a coordenar o processo de integração, como indicado pela seta da memória de longo prazo para a memória de trabalho.

4.4- Teoria da Aprendizagem Significativa: como a aprendizagem acontece? Substantividade e Não-arbitrariedade

Ausubel (1968) enfatizou que o novo conhecimento deve ter caráter substantivo e não arbitrário durante seu relacionamento na estrutura cognitiva do aprendiz. Quando fala de não-arbitrariedade refere-se à qualidade do significado que expressa o material educacional, ou seja, de não estar relacionado arbitrariamente com subsunções da estrutura cognitiva de aprendiz.

Neste sentido, o conhecimento prévio representa uma matriz ideacional e organizativa para disposição do novo conhecimento. Portanto, as novas ideias, conceitos e proposições geralmente são aprendidas de forma significativa, uma vez que estas funcionam como subsunções.

Sobre a Substantividade, Ausubel explica que se refere a substância do novo conhecimento e ideias que se incorporam à estrutura cognitiva do aprendiz, não para ideias precisamente usadas durante o ensino nos materiais educacionais. Indica que a aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos particulares, mas o mesmo conceito pode ser expressado de diferentes formas, usando signos variados ou grupos destes, equivalentes em termos de significados.

Para ser construtivista nas salas de aula, precisa-se considerar sistematicamente um conjunto de elementos complexos: estudantes, professores e os materiais empregados durante o ensino. Com este complexo panorama e destacando que a teoria da Aprendizagem Significativa se trata de uma teoria de Aprendizagem na aula, Ausubel (1983, 2002) propôs uma série de considerações:

- a) Predisposição do Estudante: se trata da disposição para aprender do estudante, manifestada em sua vontade não arbitrária e não literal de relacionar-se com a estrutura cognitiva dos significados, as quais capta com os materiais educacionais potencialmente significativos do currículo.
- b) Ideias prévias do estudante: este princípio supõe que o professor deve encontrar uma maneira de aproximar as ideias que os estudantes têm sobre o tema a ensinar, de modo que possam ser consideradas como subsunções durante a apresentação de conteúdos novos e de qualidade.
- c) Materiais educacionais: devem ser feitos pelo professor a partir das ideias prévias dos estudantes, de modo que possam ser relacionadas com as particularidades da estrutura cognitiva dos estudantes. Por tudo isto, é possível inferir que a estrutura cognitiva do aprendiz se organiza hierarquicamente, facilitada através da diferenciação programática. Portanto, parece lógico organizar deliberadamente o ensino análogo a esta diferenciação programática, procurando a exploração das relações entre conceitos e exaltando as semelhanças e diferenças, potencializando a reconciliação integradora amplamente discutida por Ausubel.

4.5-Teoria de Aprendizagem Multimídia: como a aprendizagem acontece? Imagens e sons.

A TCAM parte de três princípios da ciência cognitiva relativos à aprendizagem: o sistema humano como processamento da informação, incorporando os canais duplos de processamento visual-pictórico e auditivo. Cada um dos canais tem uma capacidade de processamento limitada (princípio de

processamento limitado); a aprendizagem ativa implica a realização de um conjunto coordenado de processos cognitivos durante essa mesma aprendizagem (princípio do processamento ativo). Neste sentido, são apresentados os cinco processos descritos pela teoria: Seleção de palavras relevantes do texto na narrativa apresentada; Seleção de imagens relevantes; Organização de palavras selecionadas em uma apresentação; Organização de imagens expostas em uma apresentação e integração das representações pictóricas e verbais com os conhecimentos pré-existentes.

Para que ocorra a aprendizagem ativa são necessários três processos essenciais: seleção de material relevante, organização do material e sua integração com o conhecimento prévio do aprendiz (MAYER E WITTRICK, 2006; WITTRICK, de 1989, já em MAYER, 2009). A seleção de material relevante ocorre quando um estudante presta atenção às palavras e imagens apropriadas. Este processo envolve trazer o material deste o exterior ao componente de memória de trabalho do sistema cognitivo. A organização do material selecionado envolve a construção de relações estruturais entre seus elementos. Este processo ocorre dentro do componente de memória de trabalho do sistema cognitivo. A integração do material selecionado com o conhecimento prévio envolve ligações entre o material de entrada, e as partes relevantes do conhecimento prévio do estudante. Este processo envolve a ativação de conhecimento na memória de longo prazo e trazê-lo para a memória. Na verdade, através de uma mensagem multimídia, os alunos devem prestar atenção a certas palavras e imagens, organizá-los em uma cadeia de causa e efeito e relacionar com seu conhecimento prévio.

A tabela 2 apresenta, na opinião de Mayer (2009), a descrição dos três processos que deveriam acontecer para alcançar aprendizagem ativa.

Tabela 2: descrição dos três processos para a aprendizagem ativa (tomado e traduzido de Mayer, 2009).

Nome	Descrição	Exemplo
Seleção	O aluno presta atenção a palavras e imagens relevantes em uma mensagem multimídia, a fim de criar uma base de palavras e uma base de imagens.	Ao ver uma animação narrada sobre a formação de relâmpagos, o aluno presta atenção a palavras e imagens descrevendo cada um dos passos principais.
Organização	O Aprendiz constrói conexões internas entre as palavras selecionadas, a fim de criar dois modelos coerentes: o verbal e pictórico.	Aprendiz organiza as etapas em uma cadeia de causa e efeito para as palavras e para as imagens.
Integração	Aprendiz constrói conexões externas entre os modelos verbais e pictóricos e com conhecimento prévio.	O aprendiz faz conexões entre os passos correspondentes na cadeia verbal e na cadeia pictórica e justifica as etapas com base em seu conhecimento prévio de eletricidade.

Então é necessário a seleção das palavras e imagens relevantes à sua organização em representações verbais e pictóricas, coerentes à integração das representações imagéticas cada qual com os conhecimentos pré-existentes. No processo de aprendizagem multimídia, os recursos são representados de cinco formas diferentes: palavras e imagens são apresentadas no formato multimídia; como representações acústicas e cônicas na memória sensorial; como sons e imagens na

memória de trabalho; como modo verbal e pictórico na memória de trabalho, e como conhecimento na memória a longo prazo.

Segundo Mayer (2002, 2009), a mente humana funciona de acordo com os cinco processos anteriormente descritos, então, mantém a hipótese de que as pessoas têm mais possibilidade de ter uma aprendizagem multimídia através de (palavras e imagens), em diferença com a aprendizagem mediada apenas pelas mensagens não multimídia. Esta afirmação do autor pode designar-se como princípio multimídia, subjacente em grande parte, ao interesse suscitado pela aprendizagem multimídia.

Neste sentido, uma mensagem educacional multimídia é uma comunicação constituída de palavras e imagens destinadas a promover aprendizagem. A comunicação pode ser transmitida através de qualquer meio, inclusive por papéis (por exemplo, os livros) ou o computador, as palavras podem ser impressas ou faladas, as imagens podem ser estáticas (ilustrações ou fotografias) ou dinâmicas. A aprendizagem pode ser mediada por testes de retenção, para recordar a informação apresentada ou através de testes de transferências, procurando o uso da informação na resolução de novos problemas.

Em seguida, o autor propõe os testes de transferência como ferramenta educativa para que as pessoas compreendam aquilo que aprendem. Então, as mensagens multimídias (palavras e imagens), poderiam ajudar no desenvolvimento de processos cognitivos através dos quais as pessoas constroem o aprendizado. De modo que, Mayer através da TCAM propõe quatro critérios fundamentais:

- a) Plausibilidade Teórica: é consistente com os princípios da Aprendizagem da Ciência cognitiva.
- b) Testabilidade: a teoria gera previsões que podem ser testadas nas pesquisas científicas.
- c) Plausibilidade empírica: a teoria é consistente com as provas obtidas nas pesquisas empíricas sobre aprendizagem multimídia.
- d) Aplicabilidade: a teoria é relevante para as necessidades educacionais, no sentido de uma melhor concepção das mensagens educacionais multimídia. Em consequência, a Figura 4 expõe os pressupostos subjacentes desta teoria: canais duplos, capacidade limitada e processamento ativo.

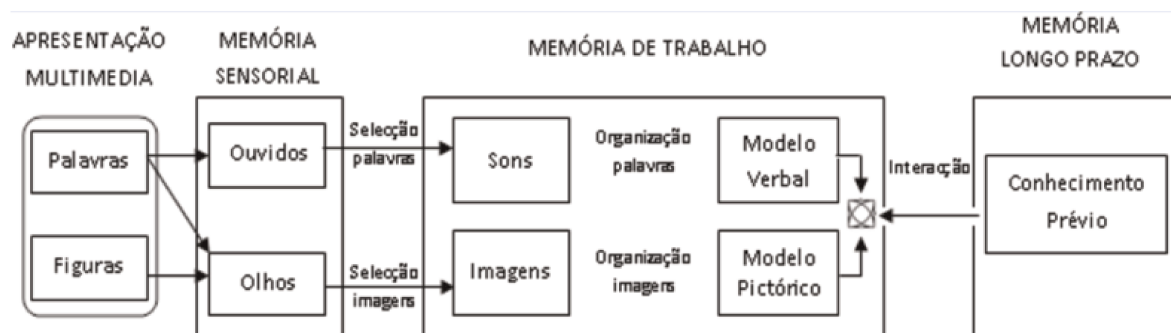


Figura 4. – Pressupostos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (Mayer 2002).

O pressuposto de canais duplos, tem implícito que os seres humanos possuem diferentes canais de processamento de informações, transmitidas em termos visuais ou auditivos. Este pressuposto está ligado com a TCAM, já que postula que o sistema de processamento de informação do ser humano tem um canal visual/pictórico e um auditivo/verbal. Neste sentido, quando a informação é visual (por exemplo, através de ilustrações, imagens, vídeos ou textos), o

humano começa a processá-la no canal visual. Quando a informação apresentada é sonora (por exemplo, uma narração ou sons não verbais), os humanos processam a informação no canal auditivo.

4.6- Teoria da Aprendizagem Significativa: como facilitar a aprendizagem? Predisposição, ideias prévias e facilitação do aprendizado.

Evidentemente, o ensino baseado nos princípios da Aprendizagem Significativa, poderia gerar interações cognitivas substantivas e não arbitrárias entre os materiais educacionais potencialmente significativos da estrutura cognitiva do aprendiz, construindo diversos tipos de aprendizagens. Segundo Ausubel, as aprendizagens podem ser: mecânica, significativa representacional, significativa conceitual ou significativa proposicional. E assim como a acomodação da estrutura cognitiva do estudante é condizente à organização hierárquica do conhecimento em termos de abstração, generalidade e inclusão, faz sentido uma didática que leve em conta o conhecimento prévio do aluno, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial do conteúdo, a consolidação, o uso de organizadores prévios que mostrem a diferenciação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos. Neste sentido, é conveniente apresentar os quatro princípios programáticos propostos por Ausubel para a facilitação da aprendizagem significativa, através da figura 5, um mapa conceitual. A figura 5 Interpretação dos princípios de Aprendizagem Significativa

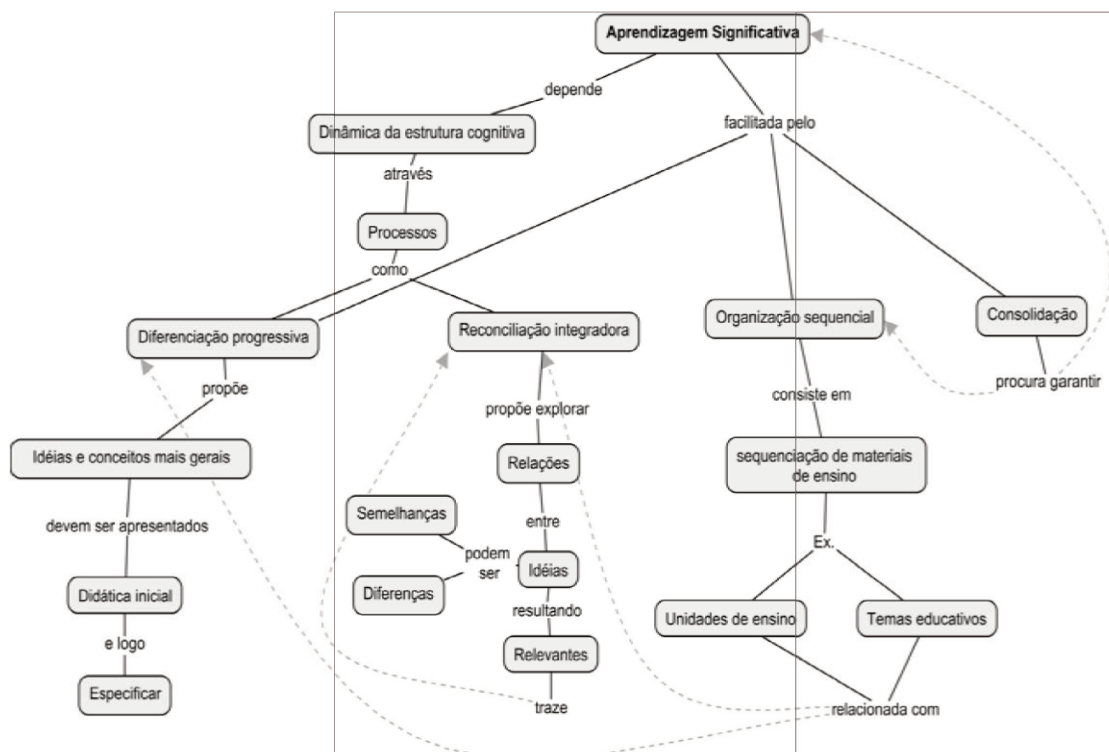


Figura 5. – Mapa conceitual sobre os princípios de Aprendizagem Significativa: diferenciação programática, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. (Desenho e interpretação: Camejo, 2017).

Por isso, é possível inferir que a estrutura cognitiva do aprendiz se organiza hierarquicamente, facilitada através da diferenciação progressiva e a reconciliação. Portanto, parece lógico organizar

deliberadamente o ensino análogo a esta diferenciação programática, procurando a exploração das relações entre conceitos e exaltando as semelhanças e diferenças, potencializando a reconciliação integradora amplamente resenhada por Ausubel.

Moreira (2012) concorda que as matérias educacionais potencialmente significativas devem ser relacionadas à estrutura cognitiva do aprendiz para tornar esse relacionamento não-arbitrário e não literal. Neste sentido, os materiais educacionais só podem ser potencialmente significativos, sendo não significativos de fato: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, já que os significados estão nas pessoas, não nos materiais. Deste modo, é o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem.]

Moreira (2005, 2006, 2010), propõe onze princípios que deveriam ser levados em conta durante o planejamento e execução de uma ensino que aponte para a facilitação da Aprendizagem Significativa e Crítica, ou seja, que possa potencializar a aceitação das incertezas, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, e as definições absolutas. Neste sentido, os princípios são apresentados a seguir:

1. Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos. (Princípio do conhecimento prévio).
2. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (Princípio da interação social e do questionamento).
3. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (Princípio da não centralidade do livro de texto).
4. Aprender que somos observadores e representantes do mundo. (Princípio do aprendiz como observador/ representante).
5. Aprender que a linguagem está totalmente implícita em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (Princípio do conhecimento como linguagem).
6. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (Princípio da consciência semântica.);
7. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros. (Princípio da aprendizagem pelo erro).
8. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (Princípio da des-aprendizagem).
9. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (Princípio da incerteza do conhecimento.)
10. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (Princípio da não utilização do quadro-degiz).
11. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. (Princípio do abandono da narrativa).

4.7- Teoria de Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras.

A TAS está distante de propor uma receita para favorecer a aprendizagem significativa e esclarece que não pode ser padronizada a forma de ensino potencialmente significativa. Mas existem algumas estratégias, sequências e atividades de ensino que fundamentadas na TAS, poderiam gerar contribuições na facilitação da aprendizagem significativa: Mapas conceituais, V de Gowin, Unidades Didáticas Potencialmente Significativas e Atividades colaborativas. A Saber:

a) Os Mapas conceituais (Novak e Gowin, 1984; Moreira, 2006) são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles. São muito úteis na diferenciação progressiva e na reconciliação integrativa de conceitos e na própria conceitualização.

Neste sentido, Camejo e Diez (2014) acreditam que o êxito desta estratégia precisa fundamentalmente do treino contínuo na construção dos mapas, apresentação constante de informação nova e de qualidade que seja relevante para os estudantes, então, precisa ter ligações com suas realidades, necessidades e situações problemáticas. Finalmente, outra garantia do êxito desta estratégia na facilitação de AS tem a ver com o processo interativo contínuo entre os estudantes e professor, dando pé ao processo constante de reflexão, reconsideração e socialização de sentidos.

b) Os Diagramas V (NOVAK E GOWIN, 1984; GOWIN E ALVAREZ, 2005; MOREIRA 2006) são instrumentos heurísticos enfatizando a interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico) na produção de conhecimentos a partir de questões-foco, são também tidos como facilitadores da aprendizagem significativa.

O dinamismo que subjaz as interações de natureza conceituais e metodológicas evidenciadas na construção das V de Gowin, contribuem na resolução de problemas, constituindo de acordo com a TAS com uma evidência de aprendizagem significativa (AUSUBEL, NOVAK Y HANESIAN, 1983; FLORES, CONCENSA E MOREIRA 2011). Então, a V heurística ou epistemológica se converte numa valiosa estratégia didática teórico para potenciar e tentar perceber a ocorrência do AS na complexidade da sala de aula.

c) As Unidades Educacionais Potencialmente Significativas (UPES) são sequências didáticas que partem do conhecimento prévio dos estudantes, situações problemas contextualizadas, diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação. Elas são teoricamente fundamentadas na Teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (2003); de educação de Novak e Gowin (1984) e Aprendizagem significativa e Crítica de Moreira (2005 e 2010), e, por isso, com maior potencial de êxito na facilitação da aprendizagem significativa.

Na opinião de Camejo e Diez (2014) a construção das UEPS deve levar em conta três aspectos fundamentais: consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes; das inquietudes, necessidades e situações problemáticas reais, com diversos níveis de complexidades, expressadas pelos estudantes e professores; e planejada em função dos onze princípios de Aprendizagem Significativa e Crítica propostos por Moreira (2011), exaltando a necessidade de desenhar diversos materiais educacionais, com informação relevante e de qualidade, a partir de diferentes formatos.

d) As atividades colaborativas, apresentam uma importante estratégia de ensino porque viabilizam a interação social e a negociação de significados, durante o processo de aprendizagem. Podem ser em pequenos, de maneira presencial ou virtual.

De acordo com Rogoff (1998), as potencialidades da dimensão interpessoal são identificadas como sistemas de desenvolvimento entre as pessoas, na medida que estes podem comunicar e coordenam esforços para participar em atividades educacionais, culturais e sociais. Deste modo, o aprendiz se insere e desenvolve na comunidade, avançando em suas habilidades e entendimento através da participação e interação com outros em atividades coerentemente organizadas.

Neste sentido, as atividades colaborativas-cooperativas representam um espaço idôneo no desenvolvimento das interações sociais, o intercâmbio de significados e internalização. Portanto, é fundamental que o professor-mediador use suas potencialidades para favorecer aprendizagens significativas, através da construção de uma didática substantiva e não arbitrária.

4.8- Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia: como facilita a aprendizagem?

Segundo Mayer, para que ocorra a aprendizagem multimídia o aprendiz deve desenvolver cinco processos:

- 1) Seleção de palavras relevantes para processar na memória de trabalho.
- 2) Seleção de imagens relevantes na memória visual.
- 3) Organização das palavras selecionadas em modelo verbal.
- 4) Organizar as imagens no modelo pictórico.
- 5) Integrar as representações verbal e pictórica com os conhecimentos prévios.

O autor enfatiza que a ocorrência dos cinco processos não é de forma linear, mas o aprendiz deve coordenar cada um dos cinco passos para obter sucesso na aprendizagem. A tabela 3, mostra uma síntese dos processos cognitivos requeridos para desenvolver uma aprendizagem multimídia.

Tabela 3. - Síntese dos processos cognitivos da Teoria da Aprendizagem Multimídia (Mayer 2002)

Processo	Descrição
1. Seleção de palavras	O aprendiz presta atenção a palavras relevantes de uma mensagem multimídia para criar sons na memória de trabalho.
2. Seleção de imagens	O aprendiz presta atenção a imagens relevantes de uma mensagem multimídia para criar imagens na memória de trabalho.
3. Organização das palavras	O aprendiz estabelece ligações entre as palavras selecionadas para criar um modelo verbal coerente na memória de trabalho.
4. Organizar as imagens	O aprendiz estabelece ligações entre as imagens selecionadas para criar um modelo pictórico coerente na memória de trabalho.
5. Integração	O aprendiz estabelece ligações entre os modelos verbal e pictórico com os conhecimentos pré-existentes.

Além de isso, Clark e Mayer (2011) consideram que os espaços para ensino não só podem apresentar a informação que os estudantes precisam aprender, mais também devem permitir que o aluno possa tomar o sentido do material educacional. Da mesma maneira, a seleção de imagens e gráficos irrelevantes no texto, podem restringir o aprendizado. De fato, as pesquisas em aprendizagem multimídia falam da necessidade de criar conjuntamente imagens, textos, gráficos e sons, já que em conjunto criariam significados no aprendiz.

5- Discussão e análises teórico-comparativa

As análises teórico-comparativas, crítica e reflexiva de ambas as teorias nos permitiu estabelecer uma estimativa do grau de correspondência entre a TAS e a TCAM. No sentido, da triangulação crítica e reflexiva derivam as seguintes enunciações, úteis para os fins traçados.

- 1) A predisposição para aprender do estudante é um elemento de suma importância no processo de aprendizagem deste as perspectivas multimídia de Mayer e significativa de Ausubel.
- 2) Na atualidade, os pesquisadores em ensino das ciências acreditam que o conhecimento prévio, representa o elemento influente para potencializar a Aprendizagem. De acordo com Ausubel, este é o fator mais influente no ensino, portanto, é a primeira coisa que um professor deve tentar saber

antes de qualquer iniciativa didática. Para Mayer, os estudantes podem usar seus conhecimentos prévios para ajudar o processo de integração das aprendizagens na memória ao longo prazo.

- 3) Na aprendizagem multimídia se considera que a mente humana funciona com dois canais de processamento de informação, através dos quais, é possível apresentar dois vezes a mesma informação, em diferentes formatos (verbal e pictórico) e assim, favorecer aprendizagem significativa. Não obstante, isso pode ser entendido como uma simplificação de seu funcionamento, que não contribui para a compreensão sistêmica, contínua, social e afetiva da mente humana e consequentemente, de seus mecanismos de aprendizagem.
- 4) A TCAM acredita que os significados são percebidos pelos estudantes das imagens e animações. Em correspondência com o princípio de substantividade da TAS, os significados são construídos pelas pessoas e não estão em materiais educacionais. Portanto, os materiais educacionais potencializam a aquisição de significados, não os contém.
- 5) O princípio de “capacidade limitada” da TCAM, está ligado a quantidade de informação que pode ser processar em cada canal ao mesmo tempo, ou seja a uma capacidade de percepção e processamento de informação, e não aos complexos processos cognitivos, contínuos e sistemáticos que se desenvolvem de maneira não arbitrária e substantiva, em função dos interesses particulares do aprendiz e de suas interações sociais.
- 6) A concepção de aprendizagem da TCAM poderia fornecer a concepção “individualista”, já superada da aprendizagem, perdendo de vista, a importância das dimensões emocionais propostas por Novak e Ausubel, pois resulta indispensável durante a aprendizagem o estabelecimento de relações do aprendiz com seus pares, o seja, professor, colegas, matérias educacionais e contexto em geral.
- 7) Potencializar e favorecer a aprendizagem significativa exige desenhar diversos materiais educacionais de qualidade e com informações relevantes, novas e pertinentes. Os áudios e imagens apenas formam parte da variedade de materiais educativos. Certamente, sozinhos não poderiam favorecer a aprendizagem significativa.
- 8) De acordo com a TAS, os papéis principais durante o processo de aprendizagem são atribuídos ao estudante, sua participação durante a interação com os materiais educacionais, o estabelecimento das relações com os pares e professor, entre outros, durante a construção de seus sentidos.
- 9) Não considerar os conhecimentos prévios no início do ensino, poderia conduzir a uma desastrosa e redundante situação de ensino e aprendizagem em que o professor desenha materiais educacionais baseados nas últimas tecnologias da informação, em suas ideias sobre o que o estudante “deveria aprender” e avaliados por outros professores. Finalmente, a informação descontextualizada é recebida pelos estudantes, que tendem a proceder de maneira mecânica a satisfazer seus professores, através da reprodução de determinadas informações em avaliações.
- 10) Facilitar a aprendizagem significativa precisa romper com as tradicionais falácias didáticas, para centrar no estudante, no que ele já conhece, o que ele precisa e quer aprender. Como fazê-lo escapa ao espírito deste artigo. E ainda, tentar impô-la seria totalmente incompatível com as particularidades dos estudantes, seus conhecimentos prévios, seus interesses e seus contextos em geral.

6- Considerações finais

- 1) A teoria da Aprendizagem Multimídia representa um referencial teórico de utilidade que pode ser usado na construção de materiais educacionais com formato multimídia, embora não

considere o conhecimento prévio deste o início do ensino, ou seja, deste o planejamento das mensagens multimídia.

- 2) A descrição dos processos cognitivos propostos por Mayer para o desenvolvimento da aprendizagem multimídia não são consistentes com os processos propostos por Ausubel, ou seja, não levam em conta a dinâmica da estrutura cognitiva humana representadas pela diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.
- 3) Embora Mayer (2009) use o termo "Meaningful Learning", para referir-se às aprendizagens derivadas das aprendizagens multimídia, tal é feita de maneira superficial, sem gerar novas teorias ou conceitualizações da Teoria de Aprendizagem Significativa, aprofundando com sua temida "trivialização".
- 4) Se bem que a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) representam dois potentes referenciais teórico-pedagógicos para superar as limitações da ensino de ciências na atualidade, na opinião dos autores deste artigo, a TCAM não incorpora suficientes elementos da TAS, gerando inconsistências e posturas antagônicas entre as duas teorias.

7- Implicações

Considerar dos referenciais teóricos no desenvolvimento de uma pesquisa em ensino das ciências e matemática, que apresentem visões epistemológicas distintas enquanto a suas concepções de aprendizagem, formas de ocorrência e métodos para facilitá-lo, poderia conduzir a uma situação antagônica desfavorável no processo de compreensão, elucidação e análises dos resultados, e por tanto, limitaria suas potenciais contribuições na área de pesquisa.

8-Referências bibliográficas

- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona.
- Ausubel, Novak e Hanesian, D. (1983) TEORIA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2° Ed. TRILLAS México. http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_significativo.pdf
- Autora 1 e Diez, D. (2014). Aprendizaje Significativo Crítico de contenidos de Educación para la Salud en estudiantes de biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Instituto Pedagógico de Caracas (IPC), Venezuela. Investigações em Ensino de Ciências IENCI – V19(3), pp. 593-610, 2014. Disponível: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienici/article/view/75/50>
- Bachelard, G. (1991). La filosofía del No. Lisboa: Presença.
- CELLARD, A. (2008). A análise documental. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Vozes.
- Caballero, C. (2015). PIDECE. Una experiencia de investigación en enseñanza de las ciencias. IN. Revista Electrónica de Investigación, Innovación Educativa y Socioeducativa, V. 3, n. 1, PÁGINES 93-106. Consultado en http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/caballero/index.html Acceso (12-05-2016).
- Clark, R. & Mayer, R. (2011). E-Learning and the Science of Instruction (3rd ed.) San Francisco: Pfeiffer.
- Flores J., Caballero, M., y Moreira, Marco Antonio (2011). "Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V un estudio de caso de la UPEL / IPC". Revista de Investigación Nº 73. Vol. 35. Mayo-Agosto. Disponível: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/revistadeinvestigacion/article/view/3398>
- Greca, E., Meneses, J. e Diez, M. (2017). A formação em ciências de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, Nº 2,

- 231-256. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_4_ex1068.pdf
- Gowin, D.B. (1981). Educating. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- Mayer, R. Multimedia learning. New York: Cambridge University Press, 2001.
- Mayer, R. (2002). Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia. Acesso: 3 mar 2016. Disponível: http://webhosting.bombyte.org/~joao.gama/guilhermina/m3/Mod3G2/Mayer_TCA_Multimedia.pdf
- Mayer, R. E. (2002). Rote versus meaningful learning. Theory into Practice, 41, 226–232.
- Mayer, R. (2009). Multimedia Learning. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York. Second Edition. ISBN-13 978-0-511-50070-1
- Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L.(1997). Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44. Traducción de M^a Luz Rodríguez Palmero.
- Moreira, M.A. (2003). Lenguaje y Aprendizaje Significativo. IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Alagoas: Brasil.
- Moreira, M. (2005), Aprendizaje significativo crítico (Criticalmeaningfullearning)Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación [en línea]: [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2016] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606> ISSN 1579-3141-
- MOREIRA, M. A. 1 Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006 e do I Encontro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007. Uma versão preliminar e reduzida desta conferência foi apresentada no I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Campo Grande, MS, Brasil, abril de 2005. Em ambos os casos, o texto correspondente está publicado nas respectivas Atas.
- Moreira e Massoni. (2009). Bases Epistemológicas para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias. Epistemología del siglo XX. Porto Alegre. Acesso: 21 fevereiro de 2016. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios9.pdf>
- Moreira, M.A. (2010). Aprendizaje significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS
- MOREIRA, M. A. (2012) Al final qué es aprendizaje significativo? Revista Currículum, La Laguna, n.25, p.29-56.
- MOREIRA, M. A. (2016). Conferência de encerramento: Aprendizagem Significativa e Crítica, do 6 Encontro Nacional de Aprendizagem Significativo. Tatuapé, SP. Brasil. Novembro de 2016. O texto correspondente será publicado na Atas do encontro.
- Sessa, P. e Frateschi, S. (2017). Interações dialógicas no ensino de Biologia: modos semióticos e o processo de construção de significados nas atividades de campo. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, Nº 2, 173-195. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_1_ex1031.pdf
- Rocha, R., Leite, A., Coutinho, F e Araujo, C. (2014). Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 20, n. 4, p. 1003-1017. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n4/1516-7313-ciedu-20-04-1003.pdf>
- UNESCO (1997). LA EDUCACION CIENTIFICA, UN APRENDIZAJE ACCESIBLE A TODOS. Acesso: 22 mai 2016. Disponível: <http://unesdoc.unesco.org/imagenes/0011/001106/110684s.pdf>
- Nieda J, Macedo B. (1997).El currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos-UNESCO. Acesso: 8 abril 2016. Disponible en: <http://campus-oei.org/oeivirt/curricie/curri07.htm>
- Queiroz, G., Da Silva, A., Dos Santos, F., Machado, M., Do Nascimento, S., Ostermann, F., Pinheiro. (2012).Ensino de Ciências de qualidade na perspectiva dos professores de nível médio: construindo uma comunidade de pesquisadores 2012 <http://dx.doi.org/10.21713/23582332.2012.v9.288> RBPG, Brasília, v. 9, n. 16, p. 231 - 258, abril de 2012.
- Rogoff, B. Título del Capítulo "Capítulo 6: Observando la actividad sociocultural em tres planos: apropiación participatoria, participación guiada y aprendizaje". Texto: Estudios socioculturales de la Mente. (1998). Editora Artmed, Porto Alegre

Suárez, N. (2007). La investigación documental paso a paso. Revista Saber, ULA-Venezuela.
Acceso: 21 julio 2016. Disponible online en:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/15587/1/investigacion-paso-paso.pdf>

2º artículo publicado

Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica

LABORATORIO CONSTRUCTIVISTA Y REMOTO: SECUENCIA DIDÁCTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA LA FORMACIÓN CONTINUADA DEL PROFESOR DE CIENCIAS EN LATINOAMERICA

Ivana Elena Camejo Aviles, Eduardo Galembeck
Universidade Estadual de Campinas

RESUMEN: Investigación que se desprende de un doctorado en desarrollo, a través de la cual se procuró desarrollar un curso en plataforma *Moodle*, para potenciar el aprendizaje significativo de profesores de ciencias en Latinoamérica, a través de su formación continuada sobre el enfoque epistemológico del laboratorio didáctico de las ciencias, con laboratorios remotos. La secuencia metodológica requirió: 1 Revisión del estatus del arte 2 Planificación del Curso y Validación del curso por juicio de 9 expertos del área. Los próximos pasos de la investigación apuntan hacia un proceso de validación por juicio de usuarios (estudiantes del programa de *Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM-UNICAMP)* y profesores de ciencias adscritos a la *Directoria de Ensino del Oeste de Campinas, SP*) durante el primer semestre de 2017.

PALABRAS CLAVES: formación continuada del profesor de ciencias, enfoque epistemológico del laboratorio didáctico, laboratorios remotos.

OBJETIVOS: I Desarrollar una revisión teórica del estado del arte en tres direcciones de indagación: Formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica, aplicaciones del laboratorio didáctico de las ciencias con enfoque epistemológico, y estimación de las potencialidades didácticas de los laboratorios remotos. II Planificar un curso en plataforma *Moodle* que facilite el aprendizaje significativo de profesores de ciencias de Latinoamérica sobre el enfoque, centrado en laboratorios remotos. III Validar el curso online a través de juicio de expertos y usuarios.

MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL

La Teoría psicológica de Aprendizaje Significativo (TAS) aporta todas y cada una de las condiciones, características y modos de facilitar el aprendizaje en el aula, necesarios para comprender la adquisición, asimilación y retención de los mismos, haciendo que el alumnado atribuya significatividad a lo que aprende (Ausubel 1963; Novak 1983; Gowin 1981; Moreira 2011; Palmero Caraballo e Moreira 2011).

TAS ofrece una justificación consistente que permite comprender el proceso de la cognición, por una parte, y, por otra, proporciona pautas concretas de acción en el aula que orientan lo que tiene que saber y saber hacer el profesor que pretenda aprendizaje significativo en sus estudiantes. Esta teoría,

desde una posición crítica más actual, tiene mucho que aportar como referente teórico y conceptual en la formación inicial y continuada de los profesores. (Palmero Caraballo e Moreira 2011).

No obstante, un aprendizaje significativo de la TAS reclama incuestionablemente una docencia acorde con sus presupuestos y consecuente con sus principios y filosofía subyacente. No es posible que los docentes, tanto en ejercicio como en formación, aprendan y comprendan su esencia si no se trabaja con ellos este referente en los mismos términos en los que se defiende que se desarrolla y se logra un aprendizaje significativo. Es por ello, que este curso concebido como un ambiente asincrónico, representa una tentativa didáctica potencialmente significativa y crítica durante la formación continuada del profesor de ciencias de Latinoamérica en experimentación didáctica epistemológica con laboratorios remotos.

Del mismo modo, la experimentación como proceso fundamental durante la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, representa una práctica compleja, condicionado al enfoque didáctico abordado por el profesor, a través del cual, los estudiantes pueden integrar efectivamente los aspectos teóricos/conceptuales con los metodológicos. Es por ello, que la posición del profesor de ciencias respecto a cómo se aprende ciencia, su naturaleza y su construcción, resulta fundamental. En esta línea de ideas, el curso concibe a los profesores de ciencias como mediadores, que catalizarán la construcción de aprendizaje significativo en sus estudiantes, y concuerda con Barberá y Valdés (1996) en promover a la ciencia como proceso difuso, incierto, intuitivo e idiosincrático, eminentemente social y colaborativo, por lo cual, debe ser apreciado con vaguedad y sin disimulo.

En este sentido, este curso se promueve a la experimentación didáctica desde el enfoque epistemológico, propuesto por Novak y Gowin (1988) y por Moreira y Levandowski (1983). A través de este enfoque, sería posible un abordaje holista e integral de un problema relacionado con algún evento u objeto, haciendo posible la resolución de problemas a través de un trabajo de investigación abierto dentro del alcance del estudiante y con orientación relativa del docente, potenciando de este modo, que los estudiantes se involucren en los procesos propios de la actividad científica, y con ello, de su naturaleza eminentemente social.

Consistentemente, los laboratorios remotos (LR) son una alternativa de innovación educacional que podría minimizar las deficiencias suscitadas entorno a la experimentación didáctica durante la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Diversas investigaciones concuerdan en la viabilidad tecnológica y operativa de los LR, centrados en la enseñanza de las ciencias y de Ingenierías, describiéndolos como una buena estrategia para potenciar la integración de actividades educativas en un entorno de aprendizaje ubicuo, colaborativo y adaptativo, y que además se encuentra situada en un computador. (Gustavsson, Nilsson, Zackrisson, Garcia-Zubia, Hernandez-Jayo, Nafalski, Machotka y Pettersson, 2009; Gómez-Arribas, Holgado y López, 2005).

METODOLOGÍA

1. Revisión del estatus del arte. La revisión se llevó a cabo en tres direcciones de indagación: Formación continuada del profesor de ciencias en América Latina, aplicaciones del laboratorio didáctico de las ciencias con enfoque epistemológico, y estimación de las potencialidades didácticas de los LR en la enseñanza de las ciencias. Esto implicó la revisión de plataformas de divulgación científica. El registro fue realizado en una matriz informativa construida durante el arqueo-informativo y la triangulación crítica. Una síntesis de la información colectada, es presentada en los resultados a través de un mapa conceptual (fig. 1)
2. Planificación del Curso, en función de la revisión del status del arte. Una síntesis de la planificación del curso se muestra en la tabla 1
3. Validación del curso por juicio de nueve expertos, especialistas en: Enseñanza de las Ciencias, Formación continuada del profesor de Ciencias, Aprendizaje Significativo y Tecnologías de

Información y Comunicación. Estos doctores fueron entrevistados vía *online*, y el registro de la información fue asentado en una escala de líkert. Los resultados de la validación de estos expertos, fueron discriminados en dimensiones, registradas en el fig 2.

RESULTADOS

Estatus del Arte en tres direcciones:

A continuación, se muestra un mapa conceptual como síntesis de la revisión teórica realizada para determinar las tendencias actuales, ampliamente aceptadas en la Formación continuada del profesor de ciencias en América Latina, aplicaciones del laboratorio didáctico de las ciencias con enfoque epistemológico, y estimación de las potencialidades didácticas de los LR. Fig. 1. Síntesis del estatus del arte: enfoque epistemológico del laboratorio didáctico basado en LR y enseñanza de las ciencias.

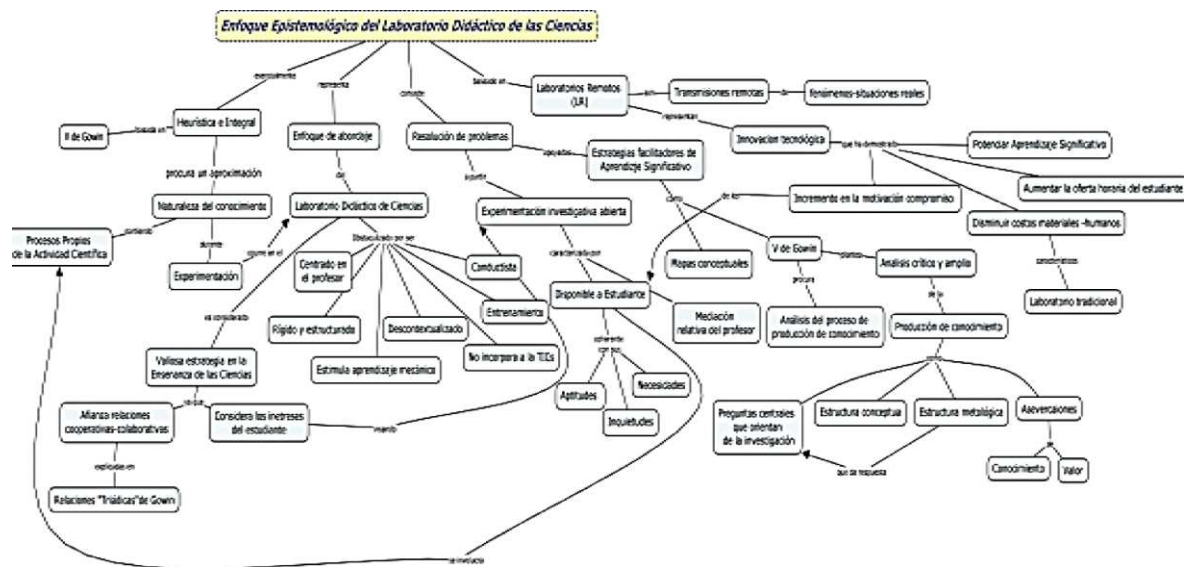


Fig. 1. Síntesis del estatus del arte: enfoque epistemológico del laboratorio didáctico basado en LR y enseñanza de las ciencias.

De la fig. 1: El laboratorio Didáctico de las ciencias con enfoque epistemológico favorece el aprendizaje significativo de los procesos propios de la actividad científica, incluyendo su carácter social, subjetivo y errático. Los laboratorios remotos se vislumbran como una interesante estrategia didáctica, con alto potencial para ampliar la oferta y disponibilidad la experimentación didáctica real, con administración remota.

Síntesis de la planificación del Curso online “Laboratorio de Ciencias: constructivista y Remoto”

Es importante aclarar, que la tabla 1 es apenas una síntesis de los elementos que fueron sometidos a validación por juicio de especialistas, en sus versiones español y portugués.

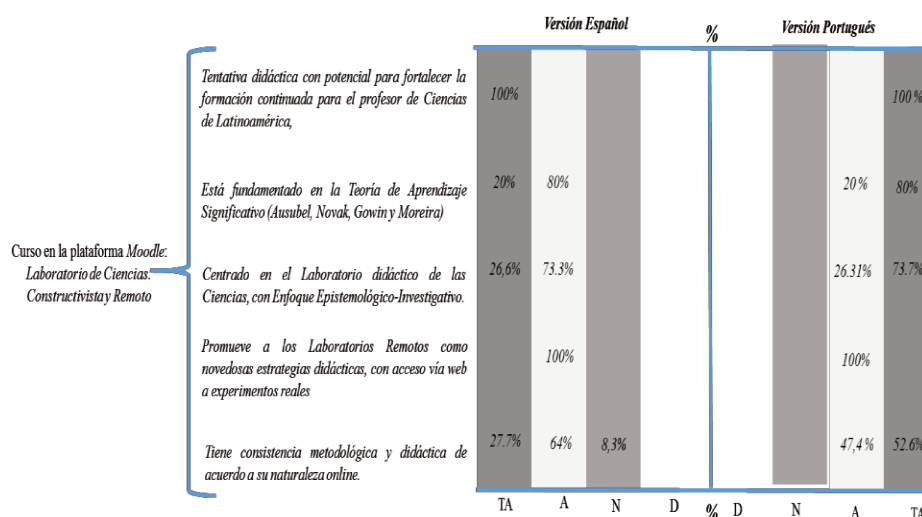
Tabla 1.
Síntesis de los elementos fundamentales considerados en el diseño del
curso “Laboratorio de Ciencias: constructivista y Remoto”

	CONTENIDO GENERAL DEL CURSO	FUENTES E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN
1	- Mapas conceptuales desde la perspectiva de Novak y Cañas. - Presentación global de los contenidos a desarrollar en el curso: UEPS, enfoque epistemológico del laboratorio didáctico de las ciencias, LR. - Experimentación en la enseñanza de la Ciencias: obstáculos, debilidades, amenazas, acuerdos y nuevos desafíos. - Tendencias actuales para el abordaje del laboratorio didáctico de las ciencias: enfoque epistemológico con LR.	- Ideas de los profesores sobre la naturaleza de la experimentación en la enseñanza de las ciencias (registro: cuestionario) - Percepciones expresadas por los profesores sobre el contenido del curso, y registradas en el foro de discusión acerca del laboratorio didáctico. - Mapa conceptual (MCP- 1): organizador de ideas previas sobre la experimentación en la enseñanza de las ciencias, registrados en <i>CmapTools</i> (I momento). - Percepción de los profesores sobre la naturaleza del enfoque, consistencia pedagógica, aplicabilidad y viabilidad, registrada en una escala de <i>Likert</i> (I momento).	5 registros en el foro de discusión. Producidos durante la discusión por los participantes. Mapas conceptuales Construidos por los participantes, previstos en las 4 sesiones del curso. Estos partirán de las ideas iniciales de los participantes. Durante el curso, cada participante debería reconsiderar y replantear su MC. En este punto, la investigación acredita en los Mapas Conceptuales como instrumentos valiosos en el proceso de interpretación de la construcción integrativa de significados. Por lo tanto, los criterios para su evaluación seguirán los propuestos por: Flores, Caballero y Moreira (2014); Camejo y Díez (2014). Escala de Likert Empleada como un instrumento de aproximación a los conceptos e ideas de los profesores participantes sobre la naturaleza de la experimentación durante la enseñanza de las ciencias. La escala es una adaptación realizada por los investigadores, del instrumento original de Ravanal, E, Quintanilla, M. y Labarrere, G. (2012). Concepciones Epistemológicas del Profesorado de Biología en ejercicio sobre la Enseñanza de la Biología. <i>Ciência & Educação</i>, v. 18, n. 4, p. 875-895, 2012. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274085 V de Gowin Útil en el registro de las UEPS. En este sentido, su aplicación en 4 diferentes momentos del curso.
2	- Enseñanza y aprendizaje en el laboratorio didáctico de la Ciencias: problematización general. - Aplicación pedagógica de laboratorios con enfoque epistemológico y/o LR en Latino América.	- II momento en el foro de discusión. - Formulación de cuestiones por parte de los profesores, acerca de sus intereses, sobre el enfoque propuesto. Registro: foro de discusión. - Problematización global del laboratorio didáctico de las ciencias (registro en V de Gowin, I momento). - Reconsideración del MCP- 1 (II momento). - II momento de aplicación de la escala de Likert - Valoración de los profesores, sobre el enfoque, III registro en el foro de discusión.	
3	Presentación y discusión de las Unidades Educativas Potencialmente Significativas (UEPS) (Moreira, 2011). Ejemplos de implementación de enseñanza de las ciencias. Implicaciones y aplicaciones.	- IV momento de registro foro de discusión. - Valoración de los profesores, con respecto a las UEPS - Problematización de la experimentación didáctica en los diferentes contextos de los participantes (Registro en V de Gowin, II momento). - Construcción de la UEPS basadas en experimentación epistemológica con LR, (registro V de Gowin, III momento). - Revisión y Reconsideración del MCP- 1 (III momento).	

4	Presentación, discusión y socialización de las UEPS bajo el enfoque epistemológico del laboratorio didáctico de ciencias con LR, construidas por los profesores participantes. Aplicaciones e implicaciones.	– Apreciación de los profesores sobre las UEPS (V momento de registro en el foro de discusión). – Reconsideración de las UEPS, registradas en V de Gowin (IV momento). – III momento de aplicación de la escala de Likert. – Reconsideración del MCP– 1 (IV momento).	
---	---	--	--

La validación del curso por juicio de especialistas

La validación por juicio de 9 expertos, se muestra en el siguiente gráfico, en el que se destacan las dimensiones: Pertinencia y factibilidad, coherencia con referencial teórico seleccionado, y consistencia técnica de acuerdo a la naturaleza de administración Online del curso.



Gráf. 1. Validación del curso *Laboratorio de Ciencias: Constructivista y Remoto* realizada por juicio de expertos en Didáctica de las Ciencias, TIC y de la Teoría de Aprendizaje Significativo. TA. Totalmente de acuerdo, A acuerdo, N, neutro, D, desacuerdo.

El gráfico 1 permite inferir la valoración de los especialistas que llevaron a cabo el proceso de validación del curso en cuestión, permitiendo realizar las siguientes anunciaciones: 1. El curso representa una secuencia didáctica con potencial educativo para favorecer el aprendizaje significativo del profesor de ciencias durante su formación continuada en lo que respecta a la experimentación didáctica con enfoque epistemológica basada en laboratorios remotos. 2. La selección y construcción de materiales didácticos empleados en el diseño del curso, le suman consistencia metodológica y didáctica, de acuerdo a la naturaleza *online* del mismo.

PRÓXIMO DESAFÍOS

Validación por juicio de usuarios: una vez incorporadas las sugerencias realizadas durante la validación por juicio de especialistas, la versión mejorada el curso entrará en un segundo proceso de validación, por juicio de usuarios. En este sentido, y de manera simultánea, e; curso será ofrecido con exclusividad a estudiantes de maestrado o doctorado del *Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM)* de la Universidad Estadual de Campinas, primer semestre de 2017 (marzo-julio).

Simultáneamente, el curso será ofrecido en el mismo período para profesores de Biología y Química, adscritos a la Directoria de Ensino del oeste de Campinas, SP.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (1973). "Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". Elam, S. (Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Págs. 211-239.
- Gustavsson, Nilsson, Zackrisson, Garcia-Zubia, Hernandez-Jayo, Nafalski, Machotka e Pettersson, " On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and Use of Collaborative Remote Laboratories", Volume: 2, Issue: 4, Oct.-Dec. 2009, ISSN 1939-1382. <http://ieeexplore.ieee.org/document/5291686/citations?tabFilter=papers&part=1>
- Gómez-Arribas, F.J.; Holgado, S.; López-de-Vergara, J.E. Integración de experimentos de laboratorio remotos en un entorno ubicuo de aprendizaje. Proc. of the I Simposio sobre Computación Ubicua e Inteligencia Ambiental (UCAmI'2005), 337-344, 2005.
- Junior, Fretz Sievers; Panccioni, Bruno; Morzelli, Nizi Voltareli; Mafrá. Um laboratório de acesso remoto educacional através de Redes de Petri Coloridas. Anais do XXII SBIE - XVII WIE. Brasil, 2012. Disponível <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1617/1382>
- Moreira, M. (2011). UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS*. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>
- Rodríguez, M.; Caballero, C.: y Moreira, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. IN. Revista Electrónica de Investigación e Innovación Educativa e Socioeducativa, V. 3, n. 1, PÁGINES 29-50. Consultado en http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/rodriguez/index.html en (21-08-2016)

3º artigo publicado

Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela

CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS Y VISIONES PEDAGÓGICAS SOBRE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS: EL CASO DE PROFESORES DE BRASIL Y VENEZUELA

Epistemological conceptions and pedagogical visions on the teaching and learning of sciences: the case of professors from Brazil and Venezuela

Ivana Elena Camejo Aviles [ivanacamejo_18@hotmail.com]

Educational Technology Lab- IB – UNICAMP
Universidade Estadual de Campinas
Rua Monteiro Lobato, 255Campinas, SP.

Eduardo Galembeck [eg@unicamp.br]

Educational Technology Lab- IB – UNICAMP
Universidade Estadual de Campinas
Rua Monteiro Lobato, 255Campinas, SP

Resumen

En la actualidad, aún se discute sobre las posibles implicaciones que podrían tener las concepciones epistemológicas y pedagógicas de los profesores de ciencias, sobre la construcción del conocimiento científicos en la escuela. En este estudio se exploran, describen y tentativamente relacionan las concepciones epistemológicas sobre la NdC y las visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de un grupo heterogéneo de profesores, en el intuito de establecer sus posibles aplicaciones o implicaciones de acuerdo con los escenarios y consensos actuales de la alfabetización científica. Del análisis estadístico y de la triangulación metodológica, es posible asegurar que no se reunieron suficientes evidencias para establecer que dichas concepciones influyen en la constitución de visiones pedagógicas sobre enseñanza y aprendizaje.

Palabras-clave: Profesor de ciencias; Concepciones epistemológicas; Visiones pedagógicas.

Abstract

At present, there is no consensus on the possible implications that the epistemological and pedagogical conceptions of science teachers could have on the construction of scientific knowledge in the school. In this study, they explore, describe and tentatively relate the epistemological conceptions of the NdC and the pedagogical views on the teaching and learning of a heterogeneous group of professors, in order to establish their possible applications or implications according to the scenarios and consensus. Current scientific literacy. From statistical analysis and methodological triangulation, it is possible to

ensure that sufficient evidence was not gathered to establish that these conceptions influence the constitution of pedagogical views on teaching and learning.

Keywords: Science teacher; Epistemological conceptions; Pedagogical visions.

INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones coinciden que al tratarse de concepciones de los profesores, se hace referencia a sus posturas, teorías y actitudes que son construidas socialmente en relación a determinados conceptos, de manera que dichas elaboraciones cognitivas proporcionan explicaciones de fenómenos y realidades que interactúan con el conocimiento formal e informal para comprender e interpretar el mundo (De Faria, 2008; Jones & Carter, 2007; Gil & Rico, 2003; Sánchez, 2001; citados en Martínez & González, 2013).

En la actualidad, aun se discute sobre las posibles implicaciones que podrían tener las concepciones epistemológicas y pedagógicas de los profesores de ciencias, sobre la construcción del conocimiento científicos en la escuela. Al respecto, Flores, Gallegos, Bonilla, López y García (2007) opinan que esto se debe fundamentalmente a dos razones: bajo número de investigaciones sobre las concepciones de profesores, además de investigaciones que han buscado implicaciones directas, bilaterales, indicadores precisos, que lejos de esclarecer la situación, profundizan en su trivialización y no contribuyen a la comprensión global y holística de esta compleja realidad.

No obstante, creemos que estas concepciones tienen que ver con la declarada concepción de enseñanza de las ciencias del profesorado, quienes, según Ravanal, Quintanilla, y Labarrere (2012) debe ser replanteada hacia nuevos modelos teóricos que permitan la configuración de una nueva enseñanza de las ciencias, orientada hacia la formación de un ciudadano competente, que sabe, sabe hacer y actuar frente a las diversas situaciones a las que se enfrenta en su cotidiano. En este sentido, dichas pretensiones, implícitas en el imaginario y acción profesional, no son conscientes, lo que resta esfuerzos durante el proceso de promoción y regulación de la enseñanza y el aprendizaje.

Es por ello que el interés por tratar de identificar y comprender dichas implicaciones crece cada día más entre la comunidad de investigadores, resaltando constantemente la pertinencia de estudiarlas. Investigaciones como la de Flores *et al.* (2007) identifican diversos perfiles epistemológicos y pedagógicos de los profesores de ciencias, que permiten relacionarlos concomitantemente con tendencias filosóficas, que son de interés en este estudio y que serán descritas en dos grandes grupos en la siguiente tabla:

Tabla 1- Tendencias filosóficas y epistemológicas sobre la Ciencia, su enseñanza y el aprendizaje (adaptado por los autores del texto de Flores *et al.* (2007, p. 364))

Concepción	Tendencia tradicional	Tendencia alternativa
Concepción epistemológica sobre la <i>Naturaleza de la Ciencia</i>	<i>Visión Empirista - inductivista</i> De acuerdo con Flores y cols. (2007) esta tendencia asume que el conocimiento comienza con la experiencia y que, al mismo tiempo, ésta es su prueba de verdad. Se considera que los conocimientos se corresponden totalmente con la realidad y que por ello puede ser adquirido y probado a través de las pruebas empíricas. En este sentido, las leyes teóricas son inducidas de la experiencia (inductivismo).	<i>Visión Relativista/ Alternativa</i> Para Flores y cols. (2007) en esta perspectiva, El conocimiento científico es construido por los sujetos y las comunidades, construyendo esquemas representacionales que son transformables tanto en la dimensión conceptual como en la estructural. Los fenómenos son interpretados. La validación del conocimiento viene dada por consensos entre la comunidad científica. Finalmente, y de acuerdo con Sanmartí (1997) el conocimiento científico está condicionado por las perspectivas teóricas de los que investigan o de la comunidad de investigadores.
Concepciones pedagógicas del profesorado sobre la enseñanza de las ciencias	<i>Visión tradicionalista (transmisión unidireccional del conocimiento).</i> Coincidimos con Martínez y González (2013) en que la atención es centrada en la formación disciplinar. Los conocimientos previos de los estudiantes son ignorados (probablemente porque el profesor considera que éste no tiene ideas sobre el tema). Son comunes las clases magistrales. Las actividades prácticas consisten básicamente en demostraciones e ilustraciones de la teoría, realizadas por el profesor. El profesor es un transmisor de conocimientos, y los estudiantes receptores pasivos. Finalmente, en esta visión la enseñanza es totalmente descontextualizada, lejos de los intereses de los estudiantes.	<i>Visión Constructivista</i> Consiste en sustentar las prácticas pedagógicas en los contextos reales de los estudiantes y por lo tanto, atractivos para éstos. En este sentido, son tomados en cuenta las concepciones previas de los estudiantes en todo momento para facilitar el proceso de sistematización del conocimiento. Es común presentar información nueva y de calidad, apoyado en diversas técnicas didácticas, que atiendan a los diversos estilos y canales de entrada de la información, a través de diversas herramientas de última generación tecnológica para facilitar el proceso de complejización, extrapolación y socialización de dicho conocimiento científico
Concepciones pedagógicas del profesorado sobre el aprendizaje de las ciencias	<i>Visión tradicionalista (recepción pasiva del estudiante)</i> Para Sanmartí (1997) Aprender desde una visión tradicionalista-conductista es la consecuencia de la repetición de ciertas conductas que el individuo realiza cuando se le motiva (positiva o negativamente).	<i>Visión Constructivista</i> Coincidimos con Martínez y González (2013) que aprender Ciencias implica un proceso de construcción de conocimiento, partiendo de los conocimientos previos de los estudiantes. El profesor no solo es un facilitador/mediador de conocimientos, sino que está constantemente interesado por mejorar su praxis a través de la investigación en el aula. Promueve el trabajo colaborativo, y evalúa no solo conceptos sino destrezas, así como la capacidad de extrapolación al contexto social real de éstas.

A pesar de no tener un claro panorama acerca de las posibles implicaciones de las concepciones epistemológicas y pedagógicas de los profesores en la enseñanza de las ciencias, se cree que éstas permean la práctica docente, que tienen un carácter eminentemente subjetivo, que han sido construidas por los profesores desde su formación inicial, y sobre todo que son dinámicas, es decir, elaboradas y reelaboradas a lo largo de la experiencia docente (Da-Silva, Mellado, Ruiz, & Porlán, 2007; Martínez *et al.*, 2001; y Mellado, 1996 citados por Martínez & González, 2013). Al respecto del carácter subjetivo, Sánchez (2001, citado en Martínez & González, 2013) expone que además éstas se apoyan en las explicaciones lógicas, al mismo tiempo que se constituyen en un conjunto de conocimientos vinculados entre sí, en donde se da respuesta a nuevos cuestionamientos mediante el proceso de resignificación.

En este estudio serán exploradas, descritas y tentativamente relacionadas las concepciones epistemológicas sobre la NdC, sus visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de un grupo heterogéneo de profesores que actúan en secundaria y en educación universitaria, en el intuito de

establecer sus posibles aplicaciones o implicaciones en los escenarios y consensos actuales de la alfabetización científica.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio pretende explorar la concepción epistemológica sobre Naturaleza de la Ciencia que poseen los profesores, así como sus visiones pedagógicas sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En este sentido, se visa relacionar las concepciones pedagógicas de aprendizaje y enseñanza con la concepción sobre naturaleza de la ciencia, con el intuito de inferir posibles implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje.

PREGUNTAS ORIENTADORAS DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio es orientado básicamente por tres cuestiones, a saber: ¿Cuáles son las concepciones epistemológicas sobre Naturaleza de la Ciencia que poseen este grupo de profesores participantes del estudio? ¿Cuáles son sus visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias? ¿Existe alguna relación entre sus concepciones epistemológicas e pedagógicas? ¿Las concepciones epistemológicas podrían tener alguna implicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias?

DELINEAMIENTO METODOLÓGICO DE ESTA INVESTIGACIÓN

La investigación en cuestión se deriva de una más amplia, desarrollada en el *Educational Technology Lab-UNICAMP*, en la que se pretende a modo general sensibilizar al profesor de ciencias de América Latina a través de su formación continua en el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico de las ciencias. En este sentido, la investigación se ajusta a un estudio interpretativo, apoyado en algunos parámetros estadísticos, con la premisa de tener una visión holística del significado que los profesores le atribuyen a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, junto a sus concepciones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento científico.

Para ello fue necesario llevar a cabo un proceso de triangulación metodológica, que de acuerdo con Denzin (1988, p. 318, citado por Moreira, 2011), permitiría la utilización de variados métodos para el estudio del fenómeno en cuestión, superando de esta forma las debilidades inherentes al uso de un único método o un único instrumento. En este caso, se triangula la información sobre las concepciones de NdC junto a las visiones pedagógicas de los profesores participantes sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, resultantes de la aplicación y registro en un instrumento escala de Likert y de la construcción de mapas conceptuales.

La relevancia de los mapas conceptuales en este estudio giró en torno a su potencialidad en el proceso de exteriorización de las ideas previas de cada uno de los profesores participantes, sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, junto a sus concepciones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento científico. En este sentido, los autores consideran que los mapas conceptuales podrían generar contribuciones en el proceso de expansión de la base interpretativa de este estudio, revelando aspectos puntuales que muy probablemente no serían percibidas desde la aplicación de un solo instrumento.

Sujetos participantes del estudio

Se trató de un grupo heterogéneo de profesores en cuanto a su formación inicial, área de actuación y tiempo de servicio, constituido por ciento y veinte tres profesores, inseridos en los diferentes niveles de enseñanza de las ciencias en São Paulo-Brasil y Caracas-Venezuela. La tabla 2 detalla los elementos fundamentales del perfil profesional de los profesores participantes:

Tabla 2- Descripción del perfil profesional de los profesores de ciencias de São Paulo-Brasil y Caracas-Venezuela. (Fuente: los autores)

Formación inicial	%	Área de actuación	Nivel de actuación	Edad de los estudiantes
Pedagogía	50,41%	Ciencias Naturales Matemática y	Educación básica	Desde 7 a 11 años.
Biología	26,08%	Biología	Educación media general	Jóvenes desde 12 años hasta 16.
		Ciencias Naturales. Bioquímica	Educación universitaria	A partir de los 17 años.
Química	2,52%	Química	Educación universitaria	A partir de los 17 años.
Física	4,2 %	Física	Educación universitaria	A partir de los 17 años.
Geología	1,68%	Ciencias Naturales y Matemática	Educación básica	Desde 7 a 11 años.
Matemática	1,68%			Desde 7 a 11 años.
Otras áreas	14.28%			Desde 7 a 11 años.

Técnicas e Instrumentos para la recogida de la información

Durante el proceso de recogida de información, como ya fue explicitado encima, se llevó a cabo un proceso de triangulación metodológica con la finalidad de expandir la base interpretativa de este estudio. Para ellos, fueron aplicados dos instrumentos de registro de información: una escala de Likert y Mapas conceptuales, que son detallados a continuación:

Escala de Likert

Para llevar a cabo el proceso de aproximación de las concepciones epistemológicas y las visiones pedagógicas de los profesores, en principio se aplicó un instrumento tipo escala de Likert, desarrollado por Ravanal *et al.* (2012) y adaptado por los investigadores a fin de adecuarlo a los intereses de este estudio. El instrumento estuvo constituido por dieciséis ítems (para detalles, ver anexo 1). Los ítems del instrumento representaban indicadores de diferentes dimensiones atribuidas a las variables de Naturaleza de la Ciencia, aprendizaje y enseñanza de las ciencias, de acuerdo con los detalles suministrados en la tabla 3. Los indicadores de la variable enseñanza, estuvieron centrados en el laboratorio didáctico, obedeciendo al interés de los investigadores y su tentativa de profundizar en las visiones y conceptualizaciones del profesor sobre cómo debería enseñarse ciencias en este complejo y fértil ambiente de aprendizaje. La aplicación de este instrumento fue realizada a través de una entrevista en dos diferentes modalidades, presenciales y a distancia vía email, con apoyo en *Google forms*.

Mapas conceptuales (MC)

Se llevó a cabo un proceso de orientación basado en Novak y Canãs (2006) y Moreira (2012) sobre la construcción de MC. Los profesores participantes del estudio iniciaron el proceso de construcción MC a través del software *Cmap Tools* (versión 6.03). En este punto, los investigadores

consideraron que los MC podrían exteriorizar, registrar, ampliar y profundizar las concepciones de los profesores sobre la enseñanza y el aprendizaje en el laboratorio didáctico, partiendo de la relevancia de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias.

Tabla 3- Dimensiones meta teóricas de análisis en función de los enunciados del cuestionario (E=16). (Fuente: los autores).

Variable	Dimensión	Sub-dimensión	Indicador
Concepciones epistemológicas del profesorado sobre la Naturaleza de la Ciencia	<i>Visión Empirista-inductivista</i> <i>Visión Alternativa, más aceptada por la comunidad científica e la actualidad.</i>		6, 9, 13, 22, 27
Concepciones pedagógicas del profesorado sobre la enseñanza de las ciencias	<i>Visión tradicionalista (transmisión unidireccional del conocimiento).</i> <i>Visión alternativa-Constructivista</i>	<i>Actividades experimentales</i>	1, 14, 18 y 24
Concepciones pedagógicas del profesorado sobre el aprendizaje de las ciencias	<i>Visión tradicionalista (recepción pasiva del estudiante)</i> <i>Visión alternativa-Constructivista</i>	<i>Aprendizaje</i>	3, 10, 12, 17, 23, 25, 30.

Sistematización y Análisis de los datos

Las informaciones colectadas a través de la escala de Likert, fueron sistematizadas e analizadas a través del paquete estadístico *R Project for Statistical Computing* (versión 3.5.1/2018-07-02), a fin de obtener las posibles correlaciones entre las concepciones epistemología sobre NdC y las visiones pedagógicas de los profesores participantes. A través de R también se llevó el proceso de construcción de los diferentes gráficos que se presentarán más adelante.

En función de las informaciones recogidas en la escala de Likert, fueron seleccionados algunos mapas conceptuales, con la premisa de esclarecer aún más las visiones pedagógicas de los profesores sobre la enseñanza de las ciencias en el laboratorio didáctico. El análisis cuantitativo de los mapas conceptuales se llevó a cabo a través del reconocimiento de indicadores de aprendizaje significativo, de acuerdo con los criterios de estimación explicitados en la tabla 4 y 5, propuestos por Diez (2010), Camejo e Diez (2014) y Flores, Caballero y Moreira (2014).

Tabla 4- Estimación cuantitativa de los mapas conceptuales construidos por los profesores sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias (fuente: Los autores)

Aspectos a evaluar	Escala de estimación	Ponderación (X/10pts)
Número de conceptos relevantes y pertinentes a la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.	1. Excelente (14 o más) 2. Bueno (de 9 a 13) 3. Básico (de 4 a 8) 4. Deficiente (0 a 3)	 5pts 3pts 2pts 1pto
Jerarquía entre los conceptos (Extensión y ramificación del mapa)	1. Apropriadas 2. Básicas 3. Inapropiadas	 1pto 0,5pts 0pts
Establecimiento de conectores	1. Apropriados 2. Inapropiados 3. Ausentes	 1pto 0,5pts 0pts
Establecimiento de relaciones cruzadas	1. Acertadas 2. Desacertadas 3. Ausentes	 2pts 0pts 0pts
Incorporación de ejemplos pertinentes	1. Acertados 2. Desacertados 3. Ausentes	 1pts 0pts 0pts

Tabla 5- Estimación de calidad global de los mapas conceptuales sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias (Fuente: los autores).

Ponderación (X/10pts)	Estimación de la calidad del MC	Tendencia pedagógica
10pts	Excelente calidad	Constructivista (Resolución de problemas, Investigativo)
De 7 a 9pts	Buena calidad	Constructivista
De 0 a 6pts	Baja calidad	Tradicional

Para este estudio, un mapa de excelente calidad se refiere a aquel cuyos conceptos muestren afinidad con una visión constructivista de la enseñanza en el laboratorio de ciencias, inclinada hacia enfoques pedagógicos basados en la investigación, en la resolución de problemas, en los estudiantes y sus contextos. Por el contrario, un mapa conceptual considerado de baja calidad, estaría referido a aquellos cuyos conceptos resalten una visión tradicionalista, apoyados en la aplicación de protocolos fuertemente estructurados, en la manipulación de aparatos y reactivos, en la comprobación de hechos discutido en la literatura, fuera de los intereses y del contexto de los estudiante, obviando la relevancia que posee el proceso de análisis y discusión de los datos en la formación de ciudadanos críticos y alfabetizados científicamente.

Finalmente, el proceso de Triangulación metodológica (Moreira, 2011) permitió llevar a cabo una interpretación crítica y reflexiva desde diversas perspectivas, sobre cómo se enseña en el laboratorio didáctico de las ciencias, según las visiones pedagógicas de los profesores.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Cuestionario sobre concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas

Las informaciones recogidas a través de la escala de Likert iban en tres direcciones de interés para esta investigación: concepciones sobre Naturaleza de las Ciencias (CNdC), visiones pedagógicas sobre la enseñanza (VPE) y visiones pedagógicas sobre el aprendizaje de las ciencias (VPA). Los datos fueron sistematizados a través del programa estadístico *R Project for Statistical Computing* (versión 3.5.1/2018-0702), y presentados separadamente a continuación de acuerdo con cada una de estas: CNdC, VPE y VPA.

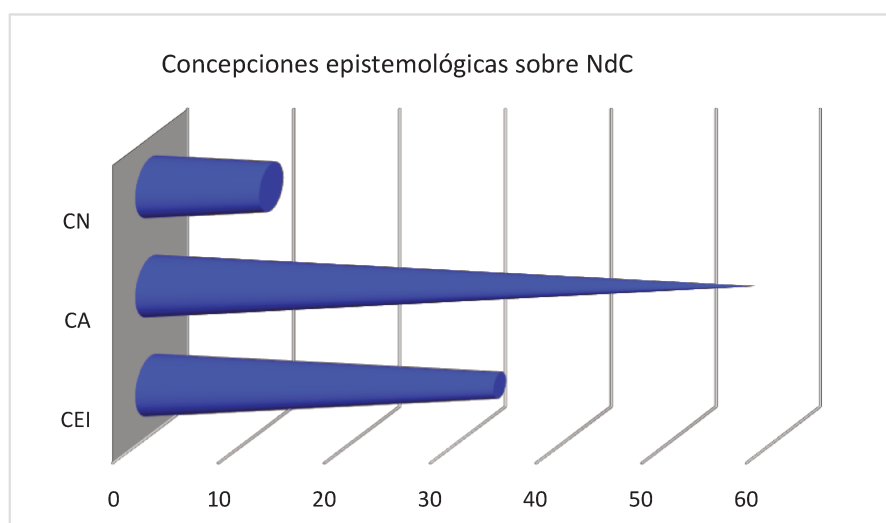


Gráfico 1- Concepciones epistemológicas sobre NdC de los profesores participantes. CN (concepción neutral) CA (Concepción Alternativa) CEI (Concepción empirista/ inductivista)

De acuerdo con las informaciones suministradas en el gráfico 1, el 57,3% de los profesores participantes manifiesta tener una tendencia hacia una concepción epistemológica sobre la naturaleza de la ciencia alternativa, en contraste con el 33 % que se encuadra en la tendencia empirista, inductivista. No menos importante se encuentra una faja de profesores representados por el 11,4% quienes optaron por manifestar una posición neutra frente a la naturaleza del conocimiento científico.

Como fue evidente en el gráfico 1, la mayoría de los profesores participantes de este estudio manifestaron tener afinidad con una posición alternativa de NdC, lo que nos permite inferir que este grupo de profesionales de acuerdo con Sanmartí (1997) consideran que la producción de conocimiento científico está condicionado a las perspectivas teóricas de los investigadores, la cultura, a las diversas presiones sociales y políticas, y que tiene un eminente carácter dinámico y social.

Creemos que esta tendencia hacia una concepción alternativa de la NdC de este grupo de profesores, tiene que ver más con una apropiación superficial y reciente de dicha visión, debido al naciente movimiento mundial por tratar de sensibilizar al profesor de ciencias sobre sus concepciones epistemológicas. Además, creemos que podría tratarse del inicio incipiente de ligeros cambios, debido al continuo proceso de reelaboración de estas concepciones y su interacción con la transposición de la nueva filosofía y epistemología de la ciencia en los planos educacionales, culturales, políticos, tecnológicos y sociológicos.

Otro importante grupo de profesores, representados por el 33% se inclinó por una concepción más tradicionalista, caracterizada de acuerdo con los presupuestos de este estudio, por visiones empiristas e inductivistas. Estas posiciones son más consistentes con los hallazgos con investigaciones sobre el tema Martínez y González (2013), Ravanal *et al.* (2012), Flores *et al.* (2007).

Visiones sobre la enseñanza de las ciencias

Las informaciones sistematizadas en este apartado obedecen al interés de los investigadores por aproximarse a la perspectiva pedagógica del profesor de ciencias sobre la enseñanza en el laboratorio didáctico. En este sentido, el gráfico 2 muestra una marcada tendencia hacia una visión tradicionalista de la enseñanza de las ciencias en el laboratorio didáctico.

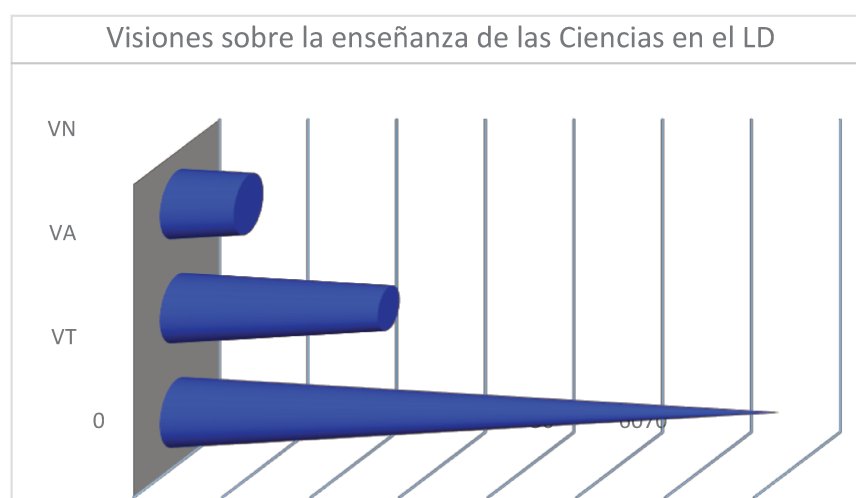


Gráfico 2- Vistas pedagógicas sobre la enseñanza de las ciencias en el laboratorio didáctico (LD). VN (Visión neutral); VA (visión alternativa/constructivista) y VT (visión tradicional).

De acuerdo con las informaciones suministradas en el gráfico 2, los profesores participantes de este estudio muestran una clara tendencia hacia una concepción tradicionalista de la enseñanza de la ciencia, marcada por una frecuencia de 72%, a través de las cuales, los profesores se muestran a favor de un proceso de enseñanza basado en la transmisión unilateral de conocimiento, eminentemente disciplinar, descontextualizado y fuera de los intereses de los estudiantes. Esta tendencia podría apoyar la creencia expuesta encima, sobre la superficialidad de las concepciones epistemológicas sobre NdC de este grupo de profesores.

Visiones pedagógicas sobre el Aprendizaje de las ciencias

El siguiente gráfico 3 muestra la sistematización de las visiones pedagógicas de los profesores participantes sobre el aprendizaje de las ciencias, destacando la marcada tendencia hacia visiones alternativas, constructivistas.

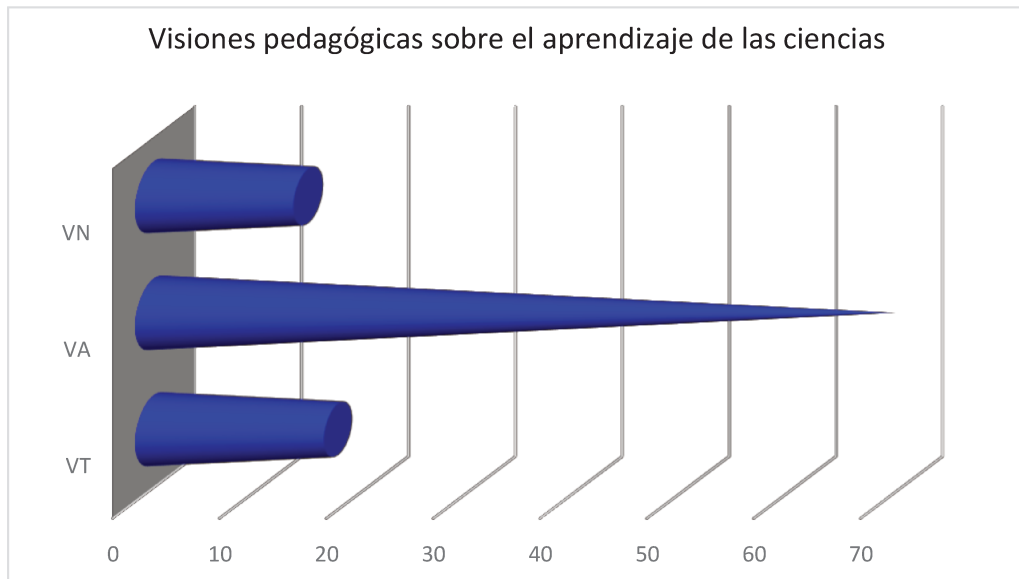


Gráfico 3- Visiones pedagógicas sobre el aprendizaje de las ciencias. VN (Visión neutral); VA (visión alternativa/constructivista) y VT (visión tradicional).

Sobre las visiones pedagógicas del aprendizaje de las ciencias, el 70,9% de las respuestas de este grupo de profesores apuntaron en general hacia tendencias alternativas-constructivistas, destacando la importancia de las ideas previas y de las diversas estrategias de enseñanza para facilitar el proceso de aprendizaje, centrado en los estudiantes.

Coeficiente de correlación

La tentativa de correspondencia de las variables permitió establecer una correlación despreciable entre aquellas referidas a las concepciones de NdC de los profesores participantes y sus visiones sobre la enseñanza de las ciencias, dado por el coeficiente 0,143 lo cual indica en este estudio una débil relación entre estas dos variables. Por el contrario, el cálculo del coeficiente de correlación para las variables de concepciones sobre NdC y visiones pedagógicas sobre el Aprendizaje fue de 0,9115, valor que indica una fuerte correlación entre estas dos variables.

Sobre la correlación negativa de las variables NdC y visiones sobre la enseñanza de las ciencias, entendemos que existe de acuerdo con estos datos, una ligera tendencia alternativa sobre las concepciones que manifestaron tener los profesores participantes de NdC, postura antagónica a las visiones sobre enseñanza de las ciencias, ya que esta última se mostró tendiente a una posición más tradicionalista.

Acerca de la correlación positiva entre la variable NdC y las visiones sobre aprendizaje de las ciencias, encontramos interesante que ambas son tendientes a visiones alternativas, identificadas a través de los discursos constructivistas de los profesores participantes. De acuerdo con un presupuesto de los investigadores, estas visiones alternativas forman parte de una apropiación superficial del constructivismo, lo cual no deja de ser importante en el proceso incipiente y dinámico de reelaboración y reconstrucción de concepciones sobre NdC, enseñanza y aprendizaje de las ciencias entre la comunidad de profesores de ciencias. En otro sentido, sugerimos revisar y reconsiderar las cuestiones planteadas en escala de Likert utilizada en este estudio, a fin de que sean mejoradas, y con ello, facilitar el proceso sistemático de revisión, confirmación e incluso de refutación de las informaciones colectadas.

Mapas Conceptuales sobre la Experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias

Con la intención de profundizar en las concepciones pedagógicas de los profesores sobre enseñanza de las ciencias en el laboratorio didáctico, fueron seleccionados tres mapas conceptuales realizados por tres de los profesores participantes en el software *Cmap Tools* (versión 6.03), escritos inicialmente en portugués y enseguida traducidos al español por los investigadores (los mapas originales se muestran en el anexo 2). Los mapas fueron realizados en función de una idea central y de interés para la investigación, luego de un proceso de socialización acerca de los elementos que deben ser tomados en cuenta para la construcción de mapas conceptuales. Las ideas previas de los profesores participantes sobre el papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias se detallan a continuación a través de los mapas conceptuales:

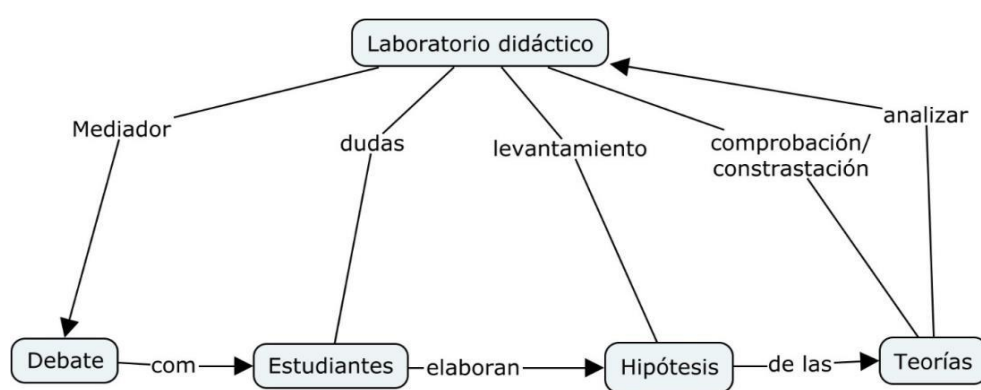


Figura 1- Mapa conceptual sobre las concepciones previas de la experimentación didáctica construido por el profesor A.

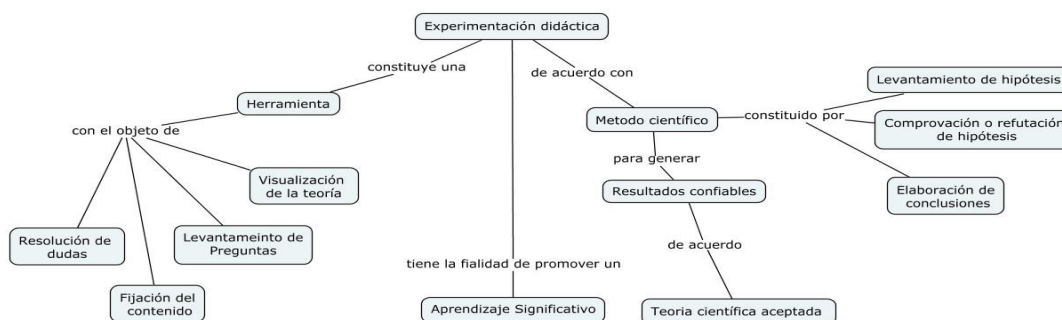


Figura 2- Mapa conceptual sobre las concepciones previas de la experimentación didáctica construido por el profesor B.

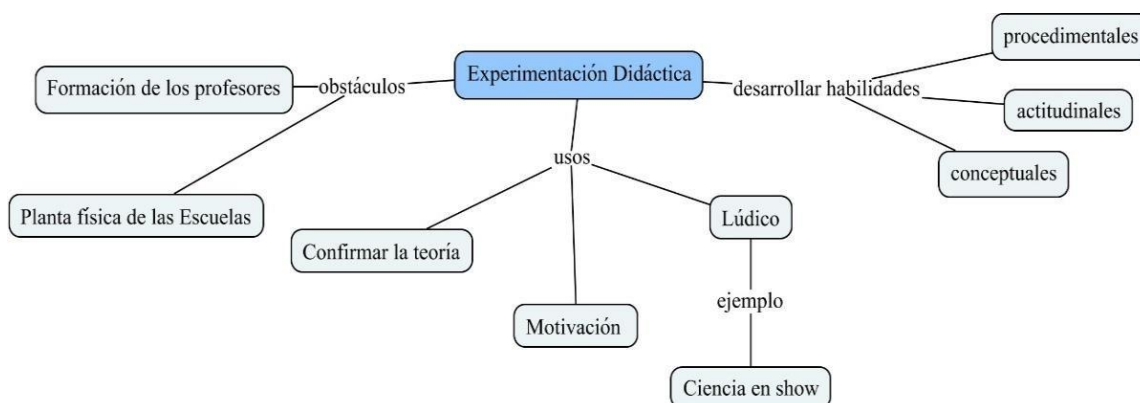


Figura 3- Mapa conceptual sobre las concepciones previas de la experimentación didáctica construido por el profesor C.

Con cada uno de los mapas construidos por los profesores A, B y C, se llevó a cabo un análisis cuantitativo basado en la identificación de los principios de aprendizaje significativo. Los análisis específicos permitieron en cada caso la emisión de un índice relacionado directamente con la calidad de su contenido conceptual, según la tabla 6. Consecutivamente, los índices derivaron en las clasificaciones explicitadas encima: mapas de excelente, buena o baja calidad, recalando que, para esta investigación, un mapa de excelente calidad está vinculado a una posición constructivista de la enseñanza de las ciencias en el laboratorio didáctico; y uno de baja calidad, a una posición tradicionalista.

Una síntesis de la estimación cuantitativa de la calidad de los mapas conceptuales construidos por los profesores A, B y C (figuras 1, 2 y 3) se detalla en la tabla 6. Para ver los análisis cuantitativos específicos de cada mapa, se recomienda consultar el anexo 3.

Tabla 6- Síntesis de la estimación cuantitativa de calidad de los mapas conceptuales construidos sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias. (Fuente: los autores)

Procedencia del MC	Índice Ponderación (X/10pts)	Estimación de Calidad	Visión Pedagógica
<i>Profesor A</i>	3pts / 10pts	Baja	Tradicional
<i>Profesor B</i>	6pts/ 10pts	Baja	Tradicional
<i>Profesor C</i>	5,5pts/ 10pts	Baja	Tradicional

Los resultados del análisis de las informaciones contenidas en los mapas conceptuales, son consistentes con la perspectiva de análisis derivados de las informaciones recogidas en el cuestionario escala de Likert, recalando una tendencia tradicionalista en cuanto a la visión pedagógica de la enseñanza de las ciencias en el Laboratorio didáctico. De hecho, esta visión coherente con los expuesto por Hodson (1994) y Barberá y Valdes (1996), quienes apuntan que la enseñanza de las ciencias en el laboratorio didáctico está centrada en el desarrollo de destrezas manipulativas (aparatos, reactivos, mediciones) que son importantes y necesarias en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y a su vez insuficientes en la comprensión real de como acontece la actividad científica, acentuando una marcada desatención al proceso de análisis de los datos, su contextualización, y estimación de posibles aplicaciones e implicaciones sociales.

De acuerdo con los conceptos expuestos en el mapa construido por el profesor A (figura 1) es posible identificar elementos referidos a la utilidad didáctica del LD como espacio para “comprobar la teoría”. Esta idea está bastante diseminada en el pensamiento de los profesores de ciencias sobre el rol del LD. Por el contrario, Andrés, Pesa y Moreira (2006) concuerdan en que este complejo ambiente de aprendizaje no es un espacio para comprobar la teoría, sino que va más allá, empleando al dominio teórico para facilitar la visualización de los fenómenos y las experiencias, es decir, la teoría a disposición de la actividad práctica, a partir de la cual son observadas, sistematizadas, comprendidas y analizadas las actividades experimentales. De este modo, existe una relación indisoluble entre la teoría y la actividad experimental.

El mapa conceptual construido por el profesor B (figura 2) manifiesta la concepción del método científico como único un conjunto de pasos organizados que puesto en marcha produce objetivamente conocimiento científico. A este respecto Flores (2009) y Ravanal (2009) explican que este tipo de concepciones sobre el método científico son consistentes con tendencias epistemológicas cristalizadas en el positivismo lógico, con nociones de conocimiento naturalmente superior, neutral, acumulativo y objetivo, que surge de un método científico estándar.

Finalmente, el profesor C a través de su mapa conceptual (figura 3) presenta en su opinión dos obstáculos que limitan la enseñanza de las ciencias en el LD, a saber: debilidades durante la formación inicial y continuada en cuanto a las competencias del profesor de ciencias para aprovechar las potencialidades didácticas del LD; y debilidades físicas de los laboratorios, ya que, en coherencia con Da Silva e Rochadell (2013) la escasez de estructura física, materiales, reactivos, entre otros, limita considerablemente el desenvolvimiento de actividades experimentales al servicio de la enseñanza de las ciencias.

CONCLUSIONES

Los profesores participantes de este estudio mostraron una mayor afinidad por una visión epistemológica sobre la NdC coherente con las tendencias más ampliamente aceptadas en los nuevos consensos sobre filosofía de la Ciencia; además de manifestar visiones pedagógicas sobre el aprendizaje, consistentes con el constructivismo. Al respecto creemos que dichas visiones epistemológicas y pedagógicas han sido influenciadas por los modismos pedagógicos actuales que constantemente incorporan de manera superficial a su discurso “frases constructivistas”, que acaban siendo trivializadas e incorporadas de la misma forma por el profesor a su dialecto. En contraparte, las visiones pedagógicas sobre enseñanza de las ciencias en el LD de este grupo de profesores fueron en general coherentes con posiciones tradicionalistas, las cuales lejos de generar contribuciones en el proceso de comprensión la ciencia como un constructo social, obstaculizan su enseñanza. Finalmente creemos que no se reunieron suficientes evidencias para afirmar que la que las concepciones epistemológicas sobre NdC guarda relación con las visiones pedagógicas sobre enseñanza y el aprendizaje, y que a su vez estas influyen en el ámbito escolar durante el proceso de alfabetización científica, por lo que se recomienda investigar más al respecto.

REFERÊNCIAS

Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/39077198_El_trabajo_practico_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_una_revision

- Diez, D. (2010). *Aprendizaje significativo crítico del concepto de gen en estudiantes de la carrera docente de Biología de la UPEL-IPC de Venezuela*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Burgos, España.
- Camejo, I., & Diez, D. (2014). Aprendizaje Significativo Crítico de contenidos de educación para la salud en estudiantes de Biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Instituto Pedagógico de Caracas (IPC), Venezuela. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(3), 593-610. Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/75/50>
- Camejo, I., & Galembeck, E. (2017). Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica. *Enseñanza de las ciencias*, (n. extra), 2485-2490. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/189_laboratorio_constructivista_y_remoto.pdf
- Flores, J., Caballero, M. C., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140383004>
- Flores, J., Caballero, M. C., & Moreira, M. A. (2014). Los mapas conceptuales como instrumentos evaluativos del nivel de construcción integrativa de significados en el laboratorio de bioquímica bajo un enfoque constructivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(3), 611-624. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/76/51>
- Flores, F., Gallegos, L., Bonilla, X., López, L & García, B. (2007). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología del nivel secundario, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(32), 359–380. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14003217>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), 299-313. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370/93326>
- Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4(2), 38-44. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1993988>
- Moreira, M. A. (2011). METODOLOGIA de pesquisa em ensino. São Paulo, SP: Livraria da física
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Recuperado de <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>
- Ravanal, E. (2009). *Racionalidades epistemológicas y didácticas del profesorado de biología en activo sobre la enseñanza y aprendizaje del metabolismo: Aportes para el debate de una "nueva clase de ciencias"*. (Tesis de Doctorado). Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Santiago de Chile.
- Ravanal, M., Quintanilla, E., & Labarrere, M. (2012). Concepciones epistemológicas del profesorado de biología en ejercicio sobre la enseñanza de la biología. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18(4), 875-895. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251025250009>
- Sanmartí, N. (1997). *Enseñar y aprender Ciencias: algunas reflexiones*. Recuperado de <http://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ense%C3%B1anza-de-las-Ciencias-NeusSanmart%C3%AD.pdf>

Recebido em: 01.02.2019

Aceito em: 13.06.2019

ANEXO 1

Instrumento de colecta de información sobre las concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas de profesores participantes tipo Escala de Likert

Universidade Estadual de Campinas Programa de Doutorado em Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática Educational Technology Lab – Instituto de Biologia

Con la finalidad de conocer su apreciación sobre cuestiones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es necesario suministrar las siguientes informaciones requeridas por los ítems a, b, c,d y e. Posteriormente, solicitamos que muestre su grado de aceptación o no con las 16 cuestiones planteadas en la siguiente escala de Likert, marcando con una equis su grado de correspondencia, de acuerdo con la escala DT (de acuerdo totalmente); DP (de acuerdo parcialmente); N (posicionamiento neutral); PD (Parcialmente en desacuerdo) y TD (totalmente en desacuerdo). Desde ya, agradeceos su invaluable colaboración.

- a. Formación inicial: _____
 b. Tiempo de servicio: _____
 c. Posgrado: _____
 d. Área y nivel de desempeño: _____

Escala de Likert

Nº	Enunciados	Grado de correspondência				
		DT	DP	N	DP	TD
1	Los docentes de ciencias deben enseñar que el método científico tiene una secuencia ordenada y sistemática de pasos. De este modo, los alumnos aprenden a investigar correctamente.					
3	El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual los alumnos construyen conocimiento que puede o no coincidir con los modelos teóricos de las ciencias					
6	La mejor METODOLOGIA de investigación científica es la estructurada, basada en etapas sucesivas y jerárquicas para aplicar el método científico.					
9	Las ciencias tienen carácter experimental, porque es indispensable para construir los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo					
10	Aprender a aprender ciencias implica aprender a evaluarse y a co-evaluar con los compañeros las distintas actividades de aprendizaje científico que son mediadas por el profesor.					
12	La enseñanza de las ciencias permite que los alumnos reemplacen sus modelos mentales incorrectos acerca de la realidad por conceptos científicamente correctos.					
13	Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.					
14	Las actividades experimentales son para la enseñanza de los modelos teóricos científicamente correctos.					
17	El aprendizaje científico escolar es un proceso por el cual el alumno relaciona su conocimiento tanto con el de sus pares como el de otras fuentes y elabora uno nuevo, no siempre similar al conocimiento científico.					
18	El docente de ciencias debe seleccionar e estructurar actividades experimentales que le permitan siempre comprobar los modelos teóricos que enseña.					
22	La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral e imparcial frente a la interpretación de los fenómenos del mundo real.					
23	El aprendizaje científico escolar se produce cuando las concepciones incorrectas de los estudiantes acerca del mundo real se reemplazan por las teorías científicas.					
24	Si el docente enseña el método científico, los alumnos cambian su forma de actuar frente a nuevos problemas del mundo real.					
25	Los modelos mentales-teóricos con los cuales los estudiantes interpretan el mundo, generalmente se transforman después de atravesar un oportuno un proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.					

27	Durante la construcción del conocimiento científico, existen avances, reconsideraciones, estancamientos y demás procesos que describen su dinámica y naturaleza.					
30	Las estrategias "V" de Gowin y mapas conceptuales son instrumentos que registran evidencias de aprendizaje significativo del conocimiento científico.					

ANEXO 2

Mapas conceptuales construídos por los profesores participantes en el idioma original (portugués)

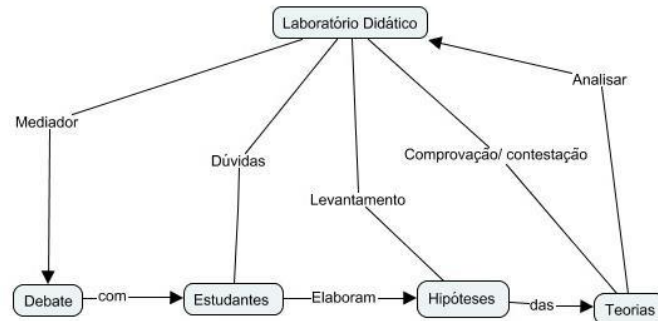


Figura 1- Mapa conceptual sobre las concepciones previas de la experimentación didáctica construido por el profesor A.

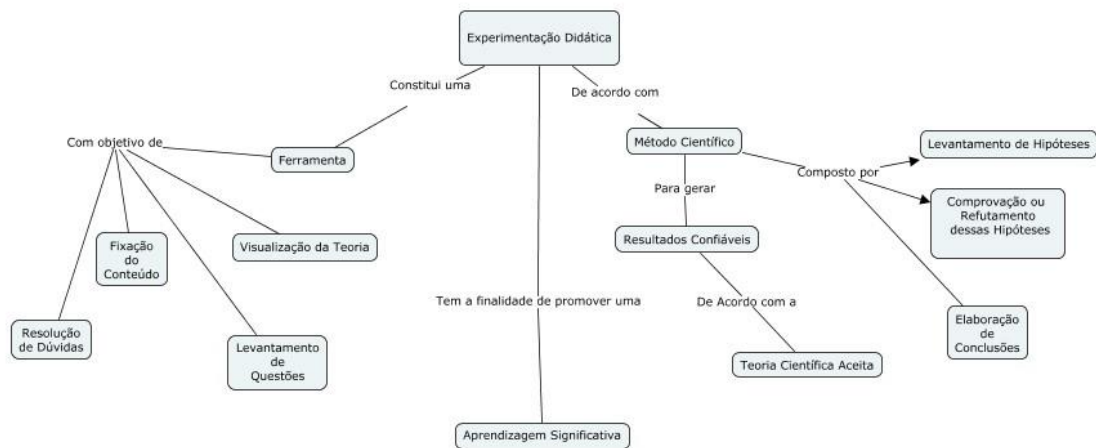


Figura 2- Mapa conceptual sobre las concepciones previas de la experimentación didáctica construido por el profesor B.

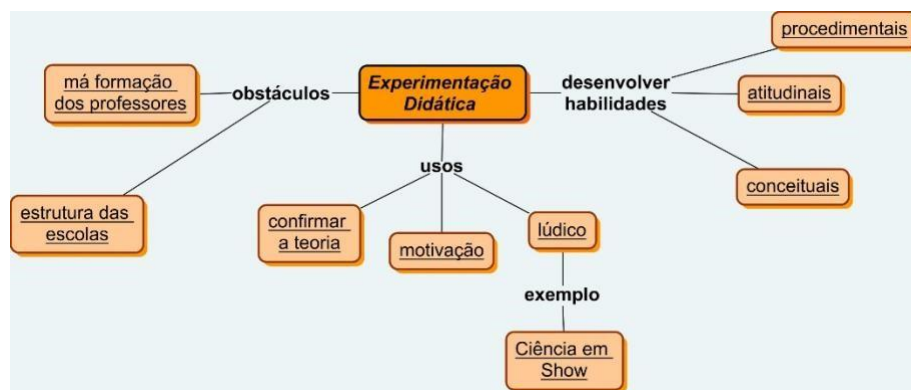


Figura 3- Mapa conceptual sobre las concepciones previas de la experimentación didáctica construido por el profesor C.

ANEXO 3

Análisis cualitativo detallado de los mapas conceptuales contruidos por los profesores A, B y C.

Tabla 1- Estimación cuantitativa del mapa conceptual construido por el profesor A sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.

Aspectos a evaluar	Escala de estimación	Ponderación (X/10pts)
Número de conceptos relevantes y pertinentes a la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.	Básico	 2pts
Jerarquía entre los conceptos (Extensión y ramificación del mapa)	Básicas	 0,5pts
Establecimiento de conectores	Inapropiados	 0,5pts
Establecimiento de relaciones cruzadas	Ausentes	 0pts
Incorporación de ejemplos pertinentes	Ausentes	 0pts
Total..... 3pts/10pts		
Calidad: Baja		

Tabla 2- Estimación cuantitativa del mapa conceptual construido por el profesor B sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.

Aspectos a evaluar	Escala de estimación	Ponderación (X/10pts)
Número de conceptos relevantes y pertinentes a la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.	Básico	 2pts
Jerarquía entre los conceptos (Extensión y ramificación del mapa)	Básicas	 0,5pts
Establecimiento de conectores	Apropiadas	 2pts
Establecimiento de relaciones cruzadas	Acertadas	 2pts
Incorporación de ejemplos pertinentes	Ausentes	 0pts
Total..... 6pts/10pts		
Calidad: Baja		

Tabla 3- Estimación cuantitativa del mapa conceptual construido por el profesor C sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.

Aspectos a evaluar	Escala de estimación	Ponderación (X/10pts)
Número de conceptos relevantes y pertinentes a la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.	Básico	 2pts
Jerarquía entre los conceptos (Extensión y ramificación del mapa)	Básicas	 0,5pts
Establecimiento de conectores	Apropiados	 2pts
Establecimiento de relaciones cruzadas	Ausentes	 0pts
Incorporación de ejemplos pertinentes	Acertados	 1pto
Total..... 5,5pts/10pts		
Calidad: baja		

4º artículo publicado

El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros

El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros

Role of didactic Experimentation in the Science Laboratory: evidence of Meaningful Learning of science teachers

Ivana Elena Camejo Aviles⁶

Eduardo Galembeck⁷

Resumo

Estudo interpretativo descritivo no qual são apresentadas possíveis evidências de aprendizagem significativa de nove professores de ciências durante seu processo de construção integrativa de sentidos sobre o papel da experimentação didática no ensino de ciências. Propôs-se facilitar uma didática potencialmente significativa baseada no enfoque epistemológico e remoto do LDC; fazer um levantamento de ideias prévias sobre o papel da experimentação didática no ensino de ciências; estimar o processo de construção integrativa de sentidos dos professores. A sistematização das informações referidas ao levantamento de ideias prévias, supõe uma preponderância de visões pedagógicas tradicionalistas. Não obstante, o desenvolvimento da orientação didática tem favorecido o processo de construção integrativa de sentidos, já que os professores conseguiram expressar visões pedagógicas alternativas, com marcadas tendências construtivistas, investigativas baseadas na resolução de problemas no contexto do laboratório didático de ciências.

Palavras chave: professor de ciências; laboratório didático de ciências; laboratório remoto; enfoque epistemológico; evidências de aprendizagem significativa.

Abstract

A descriptive interpretive study in which possible evidence of meaningful learning of eight science teachers during their process of integrative construction of meanings on the role of didactic experimentation in science education is presented. It was proposed to provide a potentially significant constructivist didactic orientation on the epistemological and remote approach of the LDC; to raise the previous

⁶ Universidade Estadual de Campinas | ivanacamejo_18@hotmail.com

⁷ Universidade Estadual de Campinas | eg@unicamp.br

knowledge of science teachers about the role of didactic experimentation in the teaching of science, and to estimate the integrative construction process of teachers' meanings about the role of didactic experimentation in the teaching of science. The systematization of the information referred a predominance of traditionalist pedagogical visions. However, the development of the didactic orientation favored the process of integrative construction of meanings, evidenced by the emergence of alternative pedagogical views and trends, tending to constructivism based on research practices and problem solving in the didactic laboratory of science.

Keywords: science teacher; didactic; laboratory of the sciences; laboratory remote.

Resumen

Estudio interpretativo descriptivo en el que se presentan posibles evidencias de aprendizaje significativo de nueve profesores de ciencias durante su proceso de construcción integrativa de significados sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias. Se propuso facilitar una orientación didáctica constructivista potencialmente significativa sobre el enfoque epistemológico y remoto del LDC; levantar los conocimientos previos de profesores de ciencias sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias, y estimar el proceso de construcción integrativa de significados de los profesores sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias. La sistematización de las informaciones referidas al levantamiento de ideas previas, supone una predominancia de visiones pedagógicas tradicionalistas. No obstante, el desenvolvimiento de la orientación didáctica favoreció el proceso de construcción integrativa de significados, evidenciado por el surgimiento de una visión pedagógica alternativa, tendiente al constructivismo basado en prácticas investigativas y por resolución de problemas en el laboratorio didáctico de las ciencias.

Palabras claves profesor de ciencias, laboratorio didáctico de las ciencias, laboratorios remotos, abordaje epistemológico, evidencias de aprendizaje significativo.

.

INTRODUCCIÓN

El laboratorio didáctico de ciencias (LDC) conserva un papel protagónico que pareciera ser insustituible en la enseñanza de las ciencias. Actualmente, las investigaciones en este campo recomiendan que el desarrollo de actividades experimentales, desarrolladas en el seno de los LDC, sean basadas en enfoques alternativos, constructivistas. (Borges, 2002; Flores, Moreira y Caraballo, 2009, 2011; Andrés, Meneses e Pesa, 2007).

A pesar de que el LDC tiene gran importancia en todos los niveles de la enseñanza de las ciencias, en la actualidad su desenvolvimiento enfrenta grandes obstáculos que limitan el aprovechamiento de sus potencialidades, tales como los señalados por Santos, Ribeiro y Souza (2018) en el que son destacados los enfoques de abordaje netamente tradicionalistas, basados en repetición de protocolos, y centrados solo en el desenvolvimiento de la memorización como proceso cognitivo de los estudiantes. No obstante, otros problemas son asociados al LDC, como de la precariedad y escasez física de los laboratorios en la escuela, y las acentuadas debilidades en la formación inicial y continua de los profesores de ciencias.

En esta línea de ideas, esta investigación intenta atender algunas de las debilidades del LDC como ambiente de aprendizaje, centrándose en la formación continuada del profesor de ciencias, y en la experimentación remota, siendo esta última, en la opinión de los autores, un recurso didáctico de alto valor educacional con amplio espectro de alcance. En este sentido, los investigadores se orientan en responder: ¿Qué elementos teóricos y metodológicos debe reunir una estrategia didáctica asíncrona para favorecer aprendizaje significativo entre profesores de ciencias de América del Sur sobre el enfoque epistemológico y remoto del LDC?

A este respecto, se trazaron los siguientes propósitos: facilitar una orientación didáctica constructivista potencialmente significativa sobre el enfoque epistemológico y Remoto del LDC; Levantar los conocimientos previos de profesores de ciencias sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias, y Estimar el proceso de construcción integrativa de significados de los profesores sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.

El Laboratorio Didáctico de Ciencias: constructivista y remoto.

El LDC simboliza un hecho diferencial propio de la enseñanza de la ciencia, representando de este modo, un complejo mundo de relaciones relativamente dinámicas entre el dominio de conocimiento teórico y el dominio metodológico, potencialmente evidentes, cuando se desarrolla bajo enfoques de laboratorio abiertos, centrados en la investigación, la resolución de problemas, es decir, más próximo al quehacer científico real, tal como lo describe Hodson (1994).

Por ello, los investigadores coinciden con Andrés, Pesa y Meneses (2007), en que el LDC en la enseñanza de la ciencia, representa un espacio con todas las potencialidades para la promoción de diversos aprendizajes. Actualmente, las investigaciones en esta línea apuntan hacia abordajes del LDC alternativos, constructivistas como el enfoque investigativo y por resolución de problemas, ya que posibilitan que los estudiantes apliquen métodos y procedimientos para resolver problemas reales en el laboratorio, además de aprender técnicas procedimentales, y aplicar protocolos (Borges, 2002; Flores, Moreira y Caraballo, 2009, 2011; Andrés, Meneses e Pesa, 2007).

A este respecto, Moreira y Levandowski (1983) generan importantes contribuciones describiendo al enfoque epistemológico como un abordaje basado en resolución de problemas, con carácter holístico e integral, que permite relacionar algún evento u objeto problemático, a partir del cual es posible la resolución de problemas, con auxilio en una investigación abierta, con orientación del profesor, consiguiendo de esta manera que los estudiantes se involucren con los procesos propios de la actividad

científica. Dicho abordaje basado en la utilización de la V de Gowin es ampliamente recomendado por las investigaciones en la materia desde hace ya varias décadas (Moreira e Levandowski, 1983; Novak e Gowin, 1988; Andrés, Meneses e Pesa, 2007; Flores, Caraballo e Moreira; 2009 e 2011).

Sobre el enfoque de laboratorios centrados en experimentación remota, no solo representan una alternativa viable de bajo costo y amplia accesibilidad, sino que de acuerdo con Marchisio, Lerro e Von Pamel (2011) éstos pueden ser integrados a estrategias constructivistas para la enseñanza de las ciencias, basados en la resolución de problemas abiertos y complejos.

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, MAPAS CONCEPTUALES Y CONSTRUCCIÓN INTEGRATIVA DE SIGNIFICADOS

La Teoría de Aprendizaje Significativo (TAS) ofrece interesantes condiciones, características, presupuestos, tipos y formas de facilitar el aprendizaje significativo en el salón de clases, las cuales se vuelven relevantes y necesarias en esta investigación para comprender la adquisición asimilación y retención de aprendizaje, haciendo que los participantes del estudio, le atribuyan significado su aprendizaje (Ausubel 1963; Novak 1988; Gowin 1981; Moreira 2005, 2011; Palmero, Caraballo e Moreira 2011).

Basado en este señalamiento, la investigación considera que los profesores pueden facilitar aprendizaje significativo en sus estudiantes, siempre que ellos durante su formación inicial o continuada aprendan y comprendan los principios y filosofías subyacentes de la TAS, es decir, ellos necesitan sin duda alguna, tener una enseñanza de acuerdo con los principios y presupuestos de la TAS.

A este respecto, Palmero, Moreira e Caraballo (2011) enfatizan en la necesidad de que los profesores de ciencias aun en formación y los que están en ejercicio, tengan un espacio educativo para comprender y aprender la esencia de este referencial teórico-psicológico sobre el aprendizaje en el aula de clases, en las mismas proporciones en las que se argumenta que ellos deben enseñar y facilitar aprendizaje significativo en sus aulas.

Es por ello que la investigación en cuestión, asume las orientaciones didácticas propuestas por Camejo y Galembeck (2017) en su secuencia didáctica para la formación continua del profesor de ciencias de América del Sur con enfoque constructivista y remoto del LDC. Del mismo modo, concuerda con Flores, Caballero e Moreira (2014) en el proceso de valorización del potencial evaluativo de los mapas conceptuales, es decir, estos serán conceptualizados en este estudio, como potentes herramientas educacionales confiables en el proceso de registro y construcción de significados.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación en cuestión se deriva de una más amplia, desarrollada en el *Educational Technology Lab*-UNICAMP, en la que se pretende a través de varios estudios y a modo general sensibilizar al profesor de ciencias de América Latina mediante su formación continua y asíncrona en la plataforma de aprendizaje *Moodle* sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico de las ciencias. En este sentido, la presente se ajusta a un estudio interpretativo, apoyado en algunos parámetros estadísticos, con la premisa de obtener evidencias de aprendizaje significativo de los profesores de ciencias sobre el enfoque epistemológico y remoto de la enseñanza de las ciencias en el LDC.

Sujetos participantes de la investigación

Tabla 1. - Perfil profesional de los profesores participantes de este estudio (construida por los investigadores).

Profesor participante	Formación inicial	Formación continuada	Área de actuación/Nivel
Prof. A	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. B	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. C	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. D	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. E	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. F	Química	Maestría en Enseñanza de las Ciencias (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. G	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. H	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato
Prof. I	Biología	Maestría en enseñanza de la Biología. Prof. Bio (en desarrollo)	Bachillerato

Se trató de un grupo heterogéneo de nueve (9) profesores de ciencias, inscritos en el curso online “Laboratorio de ciencias: constructivista y remoto” ofrecido por la Subdirección de Extensión de la UNICAMP como parte de las actividades trazadas en un proyecto mayor para la sensibilización del profesor de ciencias en América Latina en cuanto a su formación continua en el enfoque epistemológico y remoto del Laboratorio Didáctico de Ciencias. Estos nueve profesores, actúan en las redes públicas y privadas de los diferentes niveles de enseñanza de las ciencias en São Paulo-Brasil y en su mayoría, forman parte del programa de posgrado Prof. Bio, nivel Maestría del instituto de Biología de la UNICAMP. Cada uno de los participantes estuvo de acuerdo en el uso de sus informaciones con fines investigativos, por ende, con el tratamiento y publicación de las mismas, de acuerdo con el certificado de presentación para apreciación ética 65631116200005404 del Comité de Ética y Pesquisa de la UNICAMP. A continuación, la tabla 1 describe el perfil profesional de los profesores participantes de este estudio:

Delineamiento Pedagógico-Metodológico

En este contexto, la investigación asume las ya citadas orientaciones didácticas constructivistas basadas en la promoción de Aprendizaje Significativo (AS) propuesta para llevar a cabo un proceso de formación continuada docente, a través del cual se pretende facilitar el aprendizaje significativo del enfoque epistemológico y remoto del Laboratorio Didáctico de las Ciencias, desarrollada de manera asíncrona en la plataforma de aprendizaje *Moodle*, partiendo de un proceso de socialización y sensibilización sobre la construcción de mapas conceptuales, de acuerdo con las orientaciones de Novak y Cañas (2006) y de Moreira (2006), utilizando en todo momento el software *Cmap Tools* (versión 6.03).

En este punto, los investigadores concuerdan con Camejo y Galembeck (2019) y consideraron que los Mapas Conceptuales tienen potencialidades para exteriorizar y registrar las posibles evidencias de su aprendizaje significativo sobre en el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico.

Seguidamente, se llevó a cabo el levantamiento de ideas previas de los profesores de ciencias a partir de cuestiones detonadoras como: ¿Cuál es el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las Ciencias? Seguidamente fueron introducidas a través de una discusión socializada diversas situaciones problemas entorno a la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias, permitiendo además que las contribuciones de los profesores trajeran consigo elementos propios de su contexto de actuación. Para el registro de estas informaciones se pidió a los participantes construir la versión I de su mapa conceptual.

Consecutivamente, fueron presentados materiales educativos, tomando en cuenta el principio de la diferenciación progresiva propio del Aprendizaje Significativo. La presentación de estos materiales visó el incremento progresivo del nivel de complejidad del contenido que se pretendía enseñar y del intercambio de significados, favoreciendo de este modo, el principio de reconciliación integradora del Aprendizaje Significativo.

La estimación del proceso de construcción integrativa de significados se produjo en tres diferentes momentos durante la aplicación de la orientación didáctica (al iniciar, durante su aplicación y al final), mediante la elaboración y reelaboración de mapas conceptuales sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.

En este sentido, la investigación reconoce a los MC como instrumentos de registro de información confiables, y, por tanto, indicadores del proceso de construcción de significados. Consistentemente, el proceso de análisis de las informaciones recolectadas en los mapas conceptuales se llevó a cabo a través de los criterios de la tabla 2, propuesto por Diez (2010); Camejo y Diez (2014); Flores, Caballero, Moreira (2014) y Camejo y Galembeck, (2019).

Tabla 2. - Instrumento de estimación de los mapas conceptuales sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias (tomado de Camejo y Diez (2014); Flores, Caballero, Moreira (2014) y Camejo y Galembeck (2019), adaptado por los investigadores).

Aspectos a evaluar	Escala de estimación	Ponderación (X/10pts)
Número de conceptos relevantes y pertinentes a la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias.	Excelente (14 o más)	 5pts
	Bueno (de 9 a 13)	 3pts
	Básico (de 4 a 8)	 2pts
	Deficiente (0 a 3)	 1pto
Jerarquía entre los conceptos (Extensión y ramificación del mapa)	Apropiadas	 1pto
	Básicas	 0,5pts
	Inapropiadas	 0pts
Establecimiento de conectores	Apropiados	 1pto
	Inapropiados	 0,5pts
	Ausentes	 0pts

Establecimiento de relaciones cruzadas	Acertadas	 2pts
	Desacertadas	 0pts
	Ausentes	 0pts
Incorporación de ejemplos pertinentes	Acertados	 1pts
	Desacertados	 0pts
	Ausentes	 0pts

La tabla 2 reúne elementos de aproximación para llevar a cabo un proceso de identificación de principios de Aprendizaje Significativo, como la diferenciación progresiva del contenido y la reconciliación integradora, presentes en los mapas conceptuales iniciales construidos por los profesores, y posteriormente reconstruidos en las sucesivas 2 versiones. Sobre la base de los elementos constituyentes de la tabla 2, se construye la tabla 3, útil en la estimación global de la calidad de los mapas conceptuales, y con ello, la posible tendencia pedagógica que demarcan los mismos descritos básicamente en dos vertientes: tendencias tradicionalistas y alternativas.

Para esta investigación, los mapas conceptuales construidos sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias catalogados de “baja calidad o calidad IV” demarcan una tendencia pedagógica tradicionalista, que de acuerdo con Domin 1999 citado en Flores, Caballero y Moreira (2009) se caracteriza por la representación de la experimentación como una actividad verificativa, sugiriendo entonces que su didáctica podría conducirse a través de la aplicación de procedimientos tipo “recetas de cocina”, cuyos resultados están predeterminados. De este modo, los mapas conceptuales categorizados de “mediana calidad o III nivel” presentaron una tendencia ligeramente constructivista, incorporando de esta manera elementos del contexto de los estudiantes, problematizando algunas situaciones iniciales, tomando en cuenta los intereses de los mismos. No obstante, la didáctica estuvo limitada a la repetición de procedimientos tipo “Receta de cocina”.

Tabla 3. - Estimación de calidad global de los mapas conceptuales sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias (construida por los investigadores).

Ponderación (X/10pts)	Estimación de la calidad del MC*	Tendencia Pedagógica
De 9,1 pts a 10pts	Excelente calidad I	Constructivista: resolución de problemas (Epistemológico), enfoque investigativo.
>6.1 a 9 pts	Buena calidad II	Constructivista: resolución de problemas
>3,1 pts a 6pts	Mediana calidad III	Ligera tendencia constructivista, con rasgos tradicionales, convencionales.
Hasta 3pts	Baja calidad IV	Tradicionalista

Los niveles de calidad de mapas conceptuales I y II de buena y excelente calidad respectivamente, se caracterizan por exponer elementos didácticos coherentes con una tendencia constructivista, a través de la cual el laboratorio didáctico sería abordado bajo el enfoque de resolución de problemas, que de acuerdo con Borges (2002) se refiere a la exploración de situaciones problemáticas reales, en el que el estudiante tiene un variado grado de libertad en el momento de comprender y seleccionar los procedimientos más apropiados que permitan un abordaje holístico y efectivo de dicha situación. El nivel I estaría más volcado al enfoque epistemológico, que de acuerdo con Moreira y Levandowski (1983) un tipo derivado del enfoque por resolución de problemas basado en el uso heurístico de la V de Gowin.

Resultados y su discusión

Sobre la versión I de los mapas conceptuales, es posible identificar en la tabla 4, que el 100% de los profesores participantes manifestó tener una marcada tendencia de concepción tradicionalista del Laboratorio didáctico de las ciencias, con algunos elementos superficiales de índole constructivista.

De acuerdo con estas informaciones, el papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias es estrechamente vinculado a la aplicación de “recetas de cocina” a través de la aplicación de un rígido y unitario método científico, con la obtención predecible de resultados. En palabras de Andrés, Meneses y Pesa (2007) esta visualización del papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias se alinea con una práctica educativa que enfatiza en el aprendizaje de destrezas y técnicas de recolección y procesamiento de datos, con poca o ninguna relación explícita entre los referenciales teóricos o modelos que sustentan dicha práctica, cargada además de impresión en cuanto a los propósitos de aprendizaje que se espera sean logrados a través del laboratorio didáctico.

Tabla 4.- Estimación de calidad de la primera versión de los mapas conceptuales sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias (construida por los investigadores).

Prof.	MC versión 1		Tendencia / enfoque pedagógico
	<i>Estimación de calidad</i>	<i>Puntaje (X/10pts)</i>	
Prof. A	Baja	2,0	Tradicionalista
Prof. B	Mediana	3	Tradicionalista, con algunos elementos constructivistas
Prof. C	Mediana	3,5	Tradicionalista, con algunos elementos constructivistas
Prof. D	Baja	1	Tradicionalista
Prof. E	Mediana	6	Tradicionalista, con algunos elementos constructivistas
Prof. F	Mediana	4,5	Tradicionalista, con algunos elementos constructivistas
Prof. G	Baja	3	Tradicionalista
Prof. H	Baja	1,5	Tradicionalista
Prof. I	Mediana	5	Tradicionalista, con algunos elementos constructivistas.

En este sentido y de acuerdo con Martínez y González (2014), los profesores se muestran a favor de un proceso de enseñanza en el laboratorio didáctico basado en la transmisión unilateral de conocimiento, eminentemente disciplinar, descontextualizado y fuera de los intereses de los estudiantes.

Tabla 5 - Estimación de calidad de la primera versión de los mapas conceptuales sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias (autoría: los investigadores).

Prof.	MC versión 1		MC versión 2		MC versión 3	
	<i>Estimación de calidad</i>	<i>Puntaje (X/10pt)</i>	<i>Estimación de calidad</i>	<i>Puntaje (X/10pt)</i>	<i>Estimación de calidad</i>	<i>Puntaje (X/10pt)</i>
Prof. A	Baja	2,0	Baja	2,5	Mediana	3,1
Prof. B	Mediana	3	Mediana	4	Buena	5,25
Prof. C	Mediana	3,5	Mediana	3,5	Mediana	3,5
Prof. D	Baja	1	Mediana	3,1	Mediana	3,3
Prof. E	Mediana	6	Excelente	9,0	Excelente	9,5
Prof. F	Mediana	4,5	Mediana	5	Buena	7
Prof. G	Baja	3	Mediana	5	Mediana	5,2
Prof. H	Baja	1,5	Baja	1,8	Baja	2,5
Prof. I	Mediana	5	Boa	6	Buena	6,5

La tabla 5 correlaciona los resultados de la estimación de calidad de las versiones I, II y III de los mapas conceptuales construidos consecutivamente por los profesores. Es importante destacar que esta investigación valoriza las potencialidades de los mapas conceptuales como indicadores de captación, contextualización, comprensión de significados que son puestos a disposición en la resolución de problemas reales. En este sentido, a continuación, se presenta la tabla 5:

Conjuntamente a la tabla 5, el siguiente gráfico 1, permite apreciar la evolución conceptual de estos profesores sobre el papel de la experimentación didáctica en el LDC, basada en la construcción de mapas conceptuales. Es posible percibir que la tendencia inicial estaba marcada por ser tradicionalista, la cual fue evolucionando durante la aplicación de la orientación didáctica hacia una visión alternativa más coherente con posiciones y visiones constructivistas, basadas en prácticas investigativas o por resolución de problemas.

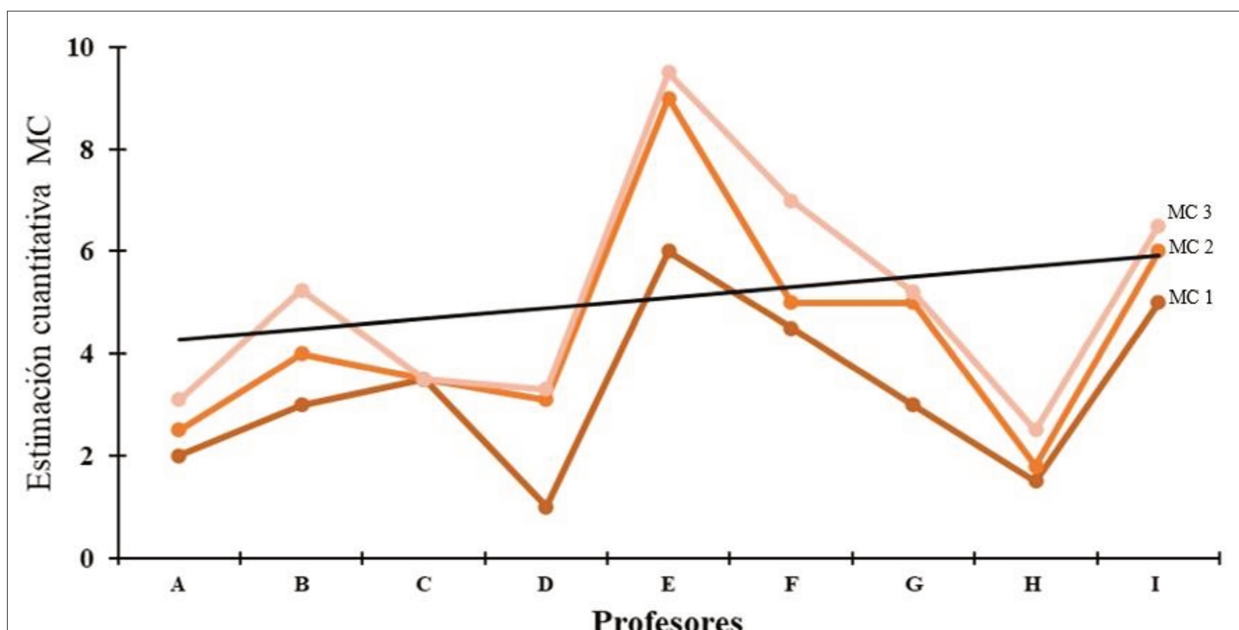


Gráfico 1 - Estimación del proceso de construcción integrativa de significados de profesores de ciencias sobre el papel de la experimentación didáctica en el LD, basado en la construcción de las versiones I, II y II de MC (construido por los investigadores).

Las informaciones sistematizadas en la tabla 5 y en el siguiente gráfico 1 resaltan la relevancia de las ideas previas sobre el papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias de los profesores participantes de este estudio, y de la importancia de que éstas sean tomadas en cuenta durante el proceso de orientación didáctica. En este sentido, aunque la tendencia general de las ideas iniciales de los profesores tenía una marcada disposición tradicionalista, finalmente fue posible detectar indicios de ideas coherentes con visiones y posiciones constructivistas. Esto último resalta lo expuesto por Flores, Caballero y Moreira (2014) sobre la relevancia de los conocimientos previos mínimos necesarios para el éxito en el proceso de construcción integrativa de significados, de progresividad conceptual y de modificación de inclusores.

Es posible identificar en función de los hallazgos de esta investigación que las ponderaciones y diferentes niveles de estimación de calidad de los mapas conceptuales a los que se hace referencia en la tabla 5 y gráfico 1, están directamente relacionados al nivel creciente de complejidad de dichos inclusores, que fueron muy probablemente modificados durante la participación activa de los profesores en la orientación didáctica.

Este proceso de construcción integrativa de significados sobre el papel de la experimentación didáctica en el Laboratorio Didáctico de las Ciencias supone una relación dinámica y dialéctica indisoluble entre la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora, facilitada por la didáctica potencialmente significativa sobre el laboratorio didáctico de ciencias con enfoque epistemológico y remoto.

A este respecto, Flores, Caballero y Moreira (2014) indican que este tipo de relaciones dialécticas propician el desenvolvimiento de relaciones entre diferentes conceptos, confiriéndole nuevos significados, propiciando en el aprendiz una capacidad de abstracción de criterios de dichos conceptos, permitiendo paralelamente su reconciliación en su categoría conceptual, derivando en un proceso súper ordenado de aprendizaje significativo.

Consideraciones finales

La facilitación de la orientación didáctica basada en la formación continuada del profesor sobre el laboratorio didáctico de ciencias con enfoque epistemológico y remoto, representó en experiencia desafiadora por todo lo que implica trabajar con un grupo de profesores cuyas ideas previas acerca de la actividad experimental didáctica, estaban vigorosamente arraigadas en un enfoque netamente tradicional.

La sistematización de las informaciones referidas al levantamiento de ideas previas, situó al grupo de profesores en una predominancia de visiones pedagógicas tradicionalistas de la orientación didáctica en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, a través del desenvolvimiento de la orientación didáctica, fue posible favorecer el proceso de construcción integrativa de significados, evidenciado por el surgimiento de visiones pedagógicas alternativas, tendientes al constructivismo basado en prácticas investigativas y por resolución de problemas.

Finalmente, reconocemos la necesidad de continuar explorando esta línea de investigación, además de profundizar en diferentes direcciones: formación continuada de profesores de ciencias, formas o enfoques de enseñar ciencias en el laboratorio didáctico, viabilidad de los laboratorios remotos y en las potencialidades que brinda la TAS como referencial teórico en la enseñanza de las ciencias. Por lo tanto, alentamos a la realización de futuras investigaciones, que generen contribuciones teóricas y o metodológicas en esta área.

REFERÊNCIAS Bibliográficas

- ANDRES, M; PESA, M; MOREIRA, M. A. El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciencias & Educação*, v. 12, n. 2, p. 129-142, 2006.
- AUSUBEL, D. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune & Stratton, 1963.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v. 19, n. 3, 2002.
- CAMEJO, I; DIEZ, D. Aprendizaje significativo crítico de contenidos de educación para la salud en estudiantes de biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL)/Instituto Pedagógico de Caracas (IPC), Caracas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 3, p. 593-610, 2014.
- CAMEJO, I; GALEMBECK, E. Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica. *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra, p. 2485-2490, 2017.
- CAMEJO, I; GALEMBECK, E. Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24 n.2, 2019.
- DIEZ, D. Aprendizaje significativo crítico del concepto de gen en estudiantes de la carrera docente de Biología de la UPEL-IPC de Venezuela. Tesis de Doctorado, Universidad de Burgos, España. 2010.
- FLORES, J; CABALLERO, C; MOREIRA, M. A. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, n. 68, 2009.
- FLORES, J; CABALLERO, C; MOREIRA, M. A. Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V un estudio de caso de la UPEL/IPC. *Revista de Investigación*, v. 35, n. 73, 2011.

FLORES, J; CABALLERO, C; MOREIRA, M. A. Los mapas conceptuales como instrumentos evaluativos del nivel de construcción integrativa de significados en el laboratorio de bioquímica bajo un enfoque constructivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 3, p. 611-624, 2014.

GOWIN, D.B. *Educating*. Ithaca, NY, Cornell University Press. 1981.

MARCHISIO; F. L.; VON PAMEL, O. Empleo de un laboratorio remoto para promover aprendizajes significativos en la enseñanza de los dispositivos electrónicos. *Píxel bit - Revista de Medios y Educación*, n. 38, p. 129-139, 2011.

MARTÍNEZ, C; GONZÁLEZ, C. Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de Biología. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 32, n. 1, p. 51-81, 2014.

MOREIRA, M. A; LEVANDOWSKI, C. *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Porto Alegre: Editora da Universidade. 1983.

NOVAK, J. Applying psychology and philosophy to improvement of laboratory teaching. *The American Biology Teacher*, v. 41, n.8, 466-474, 1979.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa - Boletín de Estudios e Investigación*, n. 6, p.83-102, 2005.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Disponible em:

<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. 2011.

NOVAK, J; GOWIN, B. *Aprendiendo a aprender*. España: Ediciones Martínez Roca. 1988.

NOVAK, J; CAÑAS, A. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 (Rev 01-2008), Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

NOVAK, J; CAÑAS, A. A Teoria Subjacente aos Mapas Conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, v.5, n.1, p. 9-29, 2010.

SANTOS, G. G; RIBEIRO, T. N; SOUZA, D. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018.

5º artigo aceito

**Apreciado pelo Conselho Editorial da Aprendizagem Significativa em Revista, e
aceito para publicação com observações.**

UEPS sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico: evidencias de aprendizaje significativo de profesores de ciencias”

UEPS SOBRE EL ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO Y REMOTO DEL LABORATORIO DIDÁCTICO: EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE PROFESORES DE CIENCIAS

UEPS on the Epistemological and Remote approach of the teaching laboratory: evidence of Meaningful Learning of science teachers

Ivana Elena Camejo Aviles

ivanacamejo_18@hotmail.com

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática,
Laboratório de Tecnologia Educacional,
Universidade Estadual de Campinas.
Cidade Universitária Zeferino Vaz –
Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-970. Brasil.

Julia Flores Espejo

jflorespejo@hotmail.com

Departamento de Biología y Química,
Instituto Pedagógico de Caracas
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela

Eduardo Galembeck

eg@g.unicamp.br

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática,
Laboratório de Tecnologia Educacional,
Universidade Estadual de Campinas.
Cidade Universitária Zeferino Vaz –
Barão Geraldo, Campinas - SP, 13083-970. Brasil.

ASR 228

Resumen

Estudio de mediación pedagógica, con perspectiva interpretativa y descriptiva, a través del cual se propuso identificar posibles evidencias de aprendizaje significativo, derivadas de una tentativa de formación continuada docente, que fue realizada a través de un curso en la plataforma *Moodle*, sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico de las ciencias. El contexto estuvo referido a la formación continuada de dieciocho profesores de ciencias, que actúan en diferentes niveles de la red pública y privada de educación, al interior del estado de São Paulo, Brasil. fue desarrollado a partir de tres etapas metodológicas, a saber: levantamiento de expectativas del profesor sobre el curso; construcción de unidades educativas potencialmente significativas, a través de la V de Gowin, y evaluación del curso. La construcción de ueps exhibieron la potencialidad de contribuir favorablemente en el proceso de enseñanza y aprendizaje significativo de profesores sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico de ciencias.

Palabras-clave: formación de profesores, ueps, laboratorio didáctico de ciencias, enfoque epistemológico y remoto, aprendizaje significativo.

Abstract

Pedagogical mediation study, with an interpretive and descriptive perspective, through which it was proposed to identify possible evidences of Meaningful Learning, derived from an attempt at continuous teacher training, which was carried out through a course on the Moodle platform,

on the epistemological approach and remote from the didactic science laboratory. The context was referred to the continuous training of eighteen science teachers, who work at different levels of the public and private education network, within the state of São Paulo, Brazil. It was developed from three methodological stages, namely: raising the teacher's expectations about the course; construction of potentially meaningful educational ueps, through Gowin's V, and course evaluation. The construction of ueps exhibited the potential to contribute favorably in the process of teaching and Meaningful Learning of teachers about the epistemological and remote approach of the didactic science laboratory.

Keywords: teacher training, ueps, science didactic laboratory, epistemological and remote approach, meaningful learning.

1- INTRODUCCIÓN

El laboratorio didáctico de ciencias (LDC) en la enseñanza de las ciencias, representa un espacio con todas las potencialidades para la promoción de diversos tipos de aprendizajes (Andrés, Pesa y Meneses, 2007). Actualmente, las investigaciones en esta línea apuntan hacia abordajes del LDC alternativos, constructivistas como el enfoque investigativo y por resolución de problemas, ya que posibilitan que los estudiantes apliquen métodos y procedimientos para resolver problemas reales en el laboratorio, además de aprender técnicas procedimentales, y aplicar protocolos (Borges, 2004; Flores, Moreira y Caraballo, 2009, 2011; Andrés, Meneses e Pesa, 2007).

No obstante, a pesar de la gran importancia que parece tener el LDC en todos los niveles de enseñanza de las ciencias, Camejo e Galembeck (2020) señalan que su desenvolvimiento enfrenta grandes obstáculos, los cuales limitan considerablemente el aprovechamiento de sus potencialidades. Algunos de los obstáculos están referidos a: enfoques de abordajes del LDC tradicionales⁸, deficiencias en la formación inicial y continuada del profesor de ciencias, ausencia de infraestructura de los laboratorios didácticos, entre otros.

Sobre el abordaje tradicional del LDC, Santos, Ribeiro y Souza (2018) exponen que la mayor dificultad gira entorno a la repetición de protocolos, centrados solo en el desenvolvimiento de la memorización como proceso cognitivo de los estudiantes. En consecuencia, Flores, Caraballo y Moreira, (2009) alertan sobre poco provecho que obtienen los estudiantes del laboratorio didáctico desde esta perspectiva, y miran con preocupación como en la actualidad el enfoque es sobre estimación didáctica del supuesto potencial didáctico.

En un escenario más gris, los profesores de ciencias no solo deben enfrentan las dificultades sobre sus propias deficiencias en la formación inicial y continuada, lo cual favorece la aplicación de estilos y abordajes de enseñanza tradicionales; sino que deben además convivir con las acentuadas precariedades de las plantas físicas de los LDC en sus escuela, sobre lo cual Rochadel e Bento da Silva (2013, 2016) señalan que el 90% de las escuelas públicas por lo menos en Brasil, por las precariedades en la falta de ambientes, materiales, utensilios, reactivos y equipamientos en general, no realiza actividades experimentales.

En esta línea de ideas, este estudio intentó atender algunas de las debilidades del LDC, puntualmente las referidas a la formación continuada del profesor de ciencias en enfoque y abordajes constructivistas, e en abordajes de experimentación remota, con el intuito de subsanar las debilidades relacionadas con la disponibilidad de recursos, materiales, reactivos

⁸ El enfoque tradicional de abordaje del LDC representa en esta investigación, una perspectiva reduccionista, por lo tanto, antagónica a los acuerdos actuales sobre naturaleza de la ciencia (Baroli, Luburu y Guridi, 2010; Flores, Caraballo e Moreira, 2009; André, Pesa e Moreira (2007); Hofstein y Lunetta, 2004; Bardera e Valdes 1996; Hodson 1994).

y plantas físicas en general. En este sentido, la investigación asume las potencialidades del Laboratorio Remoto, desarrolla por el Laboratorio de Tecnología Educacional (LTE), para auxiliar a los profesores en el proceso de implementación remota de actividades experimentales.

2- MARCO TEORICO

Teoría de Aprendizaje Significativa y Estrategias facilitadoras

Con base a los señalamientos realizados hasta ahora, este estudio, no se pretende, bajo ningún concepto, delinear una forma o estrategia única de enseñanza potencialmente significativa, sino exponer como fueron conjugadas y pensadas por los investigadores algunas de las estrategias con el propósito facilitar aprendizaje significativo entre los profesores participantes de este estudio sobre el enfoque epistemológico y remoto del LDC, en las mismas proporciones en que se acredita que los profesores deberían facilitar este tipo de aprendizaje en las escuelas. En este sentido, algunas de las estrategias inseridas en el curso laboratorio didáctico constructivista y remoto⁹ fueron:

- *Unidades Educativas Potencialmente Significativas (UEPS)*: los profesores fueron orientados en el profesor de construcción de UEPS con la intencionalidad de que estas secuencias didácticas fueran aplicadas en sus contextos educativos reales. En este sentido, los profesores con base a su contexto real de enseñanza, recibieron diversos materiales educativos potencialmente significativos, con la finalidad de que construyeran UEPS para la enseñanza de la ciencia en el LDC, desde el abordaje epistemológico y remoto.
- *V de Gowin*: en este punto, fue incorporada la V heurística por ampliamente coherente con el enfoque epistemológico del LDC, en cuanto a su proximidad con el proceso real de construcción de conocimiento científico. En este sentido, coherentemente con Moreira 2013, la construcción de la V de Gowin a lo largo del curso permitió dar un espacio no solo al valioso proceso de aprendizaje de significados y su puesta en marcha para solucionar problemas, sino que resultó pertinente para exteriorizar la forma como son construidos los conceptos y modelos en la Ciencia.
- *Actividades Colaborativas*: todas fueron realizadas de manera virtual y de forma asíncrona a través del fórum de discusión. De este modo, los profesores pudieron entre pares y con baja orientación del profesor, intercambiar comentarios, con baja mediación de los investigadores, los avances, dudas y expectativas suscitadas durante el desenvolvimiento del curso.

Laboratorio Didáctico y la Enseñanza de las Ciencias

El LDC tiene gran importancia en todos los niveles de la enseñanza de las ciencias, aunque en la actualidad su desenvolvimiento enfrenta grandes obstáculos que limitan el aprovechamiento de sus potencialidades, tales como los enfoques de abordaje netamente tradicionalistas, basados en repetición de protocolos, y centrados solo en el desenvolvimiento de la memorización como proceso cognitivo de los estudiantes. Se añaden otros problemas como la precariedad y escasez física de los laboratorios en la escuela, las acentuadas debilidades en la formación inicial y continuada de los profesores de ciencias (Camejo y Galembeck, (2020); Santos, Ribeiro y Souza, (2018).

⁹ De acuerdo la secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica de Camejo e Galembeck (2017).

En esta investigación, el enfoque tradicional de abordaje del LDC representa una perspectiva reduccionista y por lo tanto, antagónica a los acuerdos actuales sobre naturaleza de la ciencias, ya que se refiere al desarrollo de actividades experimentales netamente verificativas, a la comprobación de experimentos infalibles, basados en protocolos fuertemente formalizados, a través de los cuales se lleva a cabo un proceso de manipulación de aparatos, reactivos y equipamientos, que son necesarias para el desarrollo de algunas destrezas manipulativas, y a su vez insuficientes en el proceso de comprensión de la naturaleza de la actividad científica y de la ciencias. En esta perspectiva, el estudiante es un ente pasivo, sin espacio para el análisis, la reflexión y la socialización de las informaciones y datos derivadas de la actividad experimental. En esta línea, el profesor concede una atención mayor a las actividades de organización y montaje del experimento, obviando los aspectos relacionados con la colecta de datos, su tratamiento, sistematización, interpretación y socialización (Baroli, Luburu y Guridi, 2010; Flores, Caraballo e Moreira, 2009; André, Pesa e Moreira (2007); Hofstein y Lunetta, 2004; Bardera e Valdes 1996; Hodson 1994).

En esta línea, se tornan importantes las diferentes tendencias filosóficas, epistemológicas y estilos de abordaje didáctico que son asumidos por el profesor de ciencias en el LDC. Es por eso que a continuación son exhibidas las conceptualizaciones más ampliamente aceptadas en la actualidad sobre el enfoque tradicional y el constructivista-epistemológico, de manera que puedan ser de utilidad en el proceso de identificación y comprensión de los estilos demarcados por los profesores participantes del curso durante su formación continuada en el enfoque epistemológico y Remoto del LDC. La siguiente tabla, sintetiza las concepciones de aprendizaje, naturaleza de la ciencia y concepciones de enseñanza en el LDC desde estos dos enfoques.

Tabla N°1: conceptualizaciones filosóficas-epistemológicas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el LDC desde los enfoques tradicional y epistemológico. (Tomado y adaptado de Camejo y Galembeck, 2019)

Abordaje	Enseñanza de las ciencias en el LDC	Aprendizaje de las ciencias en el LDC
<i>Tradicionalista (AT)</i>	Centrado en la transmisión unidireccional del conocimiento. Coincidimos con Martínez y González (2013) en que la atención es centrada en la formación disciplinar. Aplica actividades experimentales netamente verificativas, que sean comprobables, absolutamente predecibles. El error es penalizado. Los protocolos son fuertemente formalizados, a través de los cuales se lleva a cabo un proceso de manipulación de aparatos, reactivos y equipamientos. Descontextualizada, lejos de los intereses de los estudiantes.	En esta perspectiva, el aprendizaje coloca al estudiante en una recepción pasiva, mecánica y arbitraria del conocimiento. Para Sanmartí (1997) aprender desde una visión tradicionalista-conductista es la consecuencia de la repetición de ciertas conductas que el individuo realiza cuando se le motiva (positiva o negativamente).
<i>Constructivista – Epistemológico (AE)</i>	Se caracteriza por presentar constantemente tentativas de problematización de situaciones que pueden ser de origen científico o socio-científico, con potencial resolución en actividades experimentales. Son valorizados las concepciones previas de los estudiantes. El profesor es un mediador con baja intervención en el proceso de construcción del conocimiento. De acuerdo con Flores (2011), el gran valor del enfoque radica en sus potencialidades para reflejar cómo es construido el conocimiento científico, por lo tanto, acercar a los estudiantes hacia una perspectiva de naturaleza de la ciencia consistente con las tendencias aceptadas en la actualidad.	Coincidimos con Martínez y González (2013) que aprender Ciencias implica un proceso de construcción de conocimiento, partiendo de los conocimientos previos de los estudiantes. El profesor no solo es un mediador del proceso de aprendizaje, sino que está constantemente interesado por mejorar su praxis a través de la investigación en el aula. Promueve el aprendizaje significativo, el trabajo colaborativo, y evalúa no solo conceptos sino actitudes favorables en el proceso de resolución de problemas de origen socio-científicos.

Laboratorio Didáctico de Ciencias: Epistemológico y Remoto

Para este estudio, el LDC de las ciencias se vislumbra como un escenario cognitivamente fértil, en el que los estudiantes pueden aproximarse elocuentemente a lo que de acuerdo con Hodson (1994) representa aprender sobre la Ciencia. En este sentido, se destaca el abordaje didáctico por resolución de problemas, como el epistemológico, que permiten explicitar la eminente relación dialéctica que existe entre los dominios teóricos y metodológicos propios del quehacer experimental.

Sobre el abordaje remoto, la investigación se apoyó en los diversos experimentos remotos el Laboratorio de Tecnología Educativa¹⁰, conceptualizando a los laboratorios remotos como innovadoras estrategias educativas, con amplio potencial para auxiliar la enseñanza de las ciencias a través de un amplio e importante grupo de actividades experimentales que

¹⁰ *Educational Technology Lab*, (LTE) es un núcleo de investigación en el que se desarrollan simultáneamente diversas investigaciones del área de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Se encuentra adscrito al Instituto de Biología de la Universidad estadual de Campinas. Actualmente es coordinado por su fundador, el Prof. Dr. Eduardo Galembeck,

ocurren en tiempo real, que democratizan y amplían las estrategias didácticas de los profesores y los estudiantes, vía web.

El siguiente mapa conceptual (figura 1) es una representación de los investigadores sobre la concepción del LDC con abordaje epistemológico y remoto:

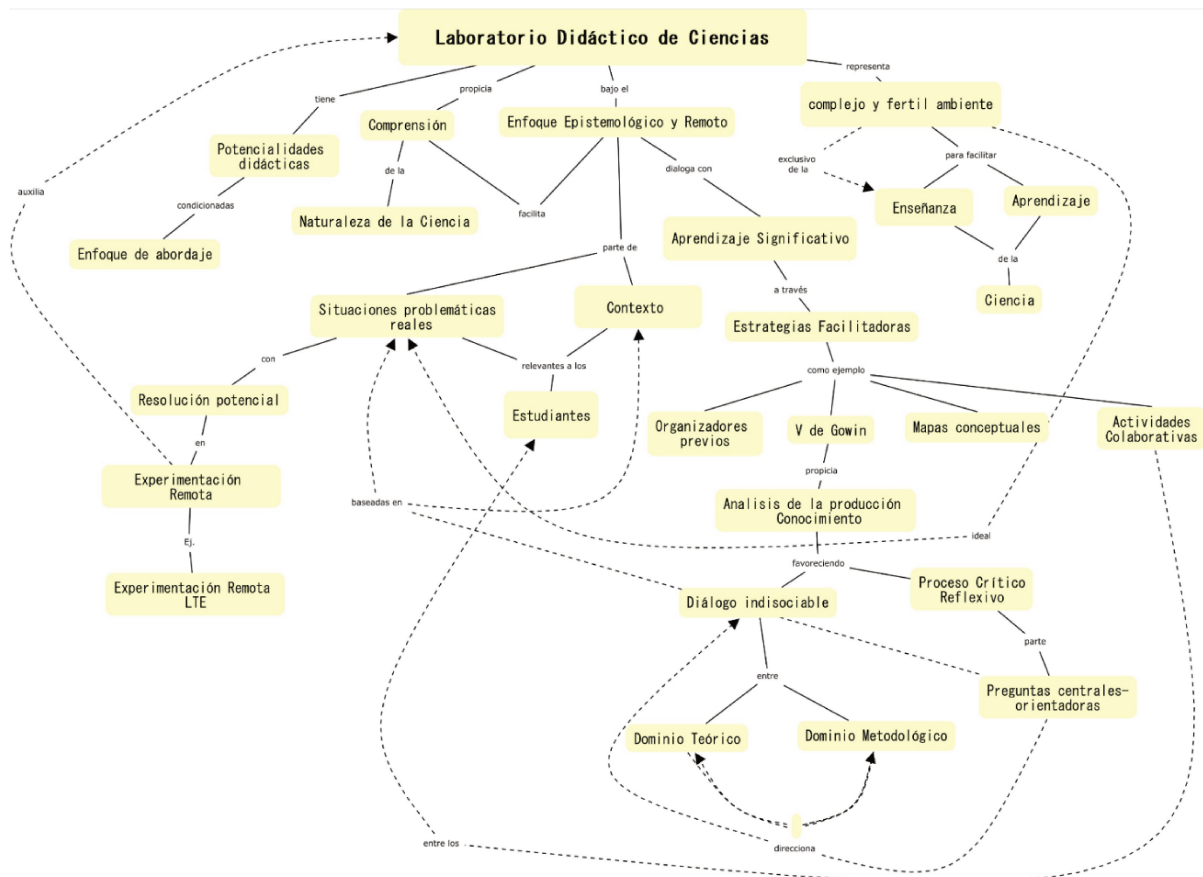


Figura 1. Representación de la concepción de los investigadores sobre LDC con abordaje epistemológico y Remoto (construido por los investigadores).

METODOLOGÍA

La investigación en cuestión se deriva de una más amplia, desarrollada en el *Educational Technology Lab-UNICAMP*, en la que se llevó a cabo un proceso de sensibilización del profesor de ciencias de América Latina a través de su formación continuada en el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico de las ciencias. En este contexto, este estudio de mediación pedagógica, con perspectiva interpretativa y descriptiva, apoyado en algunos parámetros estadísticos, presenta posibles evidencias de aprendizaje significativo de los profesores sobre el enfoque epistemológico y remoto de la enseñanza de las ciencias en el LDC.

El curso fue construido en la plataforma de aprendizaje *Moodle*¹¹, siguiendo las orientaciones didácticas de Camejo e Galembeck (2017), es decir, la construcción de una Unidad

¹¹ Plataforma *online* de aprendizaje especialmente diseñada para que profesores y estudiantes puedan a través de un solo sistema de aprendizaje, integrar todos los elementos referidos a la enseñanza, de una forma personalizada.

Educativa Potencialmente Significativa (UEPS) para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico. Esta edición del curso, contó con horas de clase presenciales y a distancia, de hecho, hubo cuatro encuentros presenciales de cuatro horas cada uno, que sucedieron semanalmente, sumando dieciséis horas. Los encuentros asíncronos en la plataforma de aprendizaje *Moodle*, dieron entre seis y diez, de acuerdo al avance de cada profesor, dando en promedio, veinte horas asíncronas de clases.

Contexto de la investigación

El contexto estuvo referido a la formación continuada del profesor de ciencias en el abordaje epistemológico y remoto del LDC. Participaron en este estudio, un grupo heterogéneo de dieciocho (18) profesores de ciencias, inscritos voluntariamente en el curso durante el segundo semestre de 2018, como parte de la oferta académica del programa de maestría en enseñanza de la Biología, del Instituto de Biología de la UNICAMP. Algunos detalles del perfil de estos profesores, son sintetizados en la tabla nº2.

Tabla Nº2. Perfil profesional de los profesores participantes de este estudio (construida por los investigadores).

<i>Formación inicial</i>	<i>Formación continuada</i>	<i>Área de actuación</i>
100% profesores de Biología o áreas a fines.	100% estudiantes del posgrado, nivel maestría "Prof. Bio" del Instituto de Biología de la UNICAMP.	87,5% de los profesores participantes actúan como profesor de ciencias o de Biología, en educación inicial o bachillerato, en escuelas públicas o privadas del estado de São Paulo, Brasil. El resto de los profesores, (12,5%) dan clases en universidades privadas en el mismo estado, nivel de pregrado.

Etapas metodológicas aplicadas: fuentes, registros y sistematización de las informaciones

I levantamiento de expectativas: a través de la cual los profesores de ciencias manifestaron sus debilidades y fortalezas al respecto de su formación inicial y continua en cuanto al laboratorio didáctico de las ciencias. Aunado a ello, manifestaron sus expectativas en cuanto a la realización del curso "*Laboratorio de Ciencias Constructivista y Remoto*". El registro de las informaciones se llevó a cabo en el fórum de discusión de la plataforma Moodle, y su sistematización a través de un análisis de contenido.

II Construcción de UEPS: a partir de las orientaciones de Moreira (2013) sobre la construcción de Secuencias Didácticas Potencialmente Significativas. De forma coordinada, los profesores fueron incitados a construir diferentes versiones de V de Gowin sobre sus respectivas UPES, con la finalidad de que estos se familiarizaran con la estrategia y pudieran sistematizar las informaciones referidas a dicha secuencia didáctica. La construcción de V de Gowin, siguió las orientaciones de Gowin y Alvarez (2005) y Moreira (2013). Los profesores pudieron construir su UEPS a través de un proceso consultivo, y de socialización entre pares, con baja mediación del profesor.

III Proceso de estimación global del curso: para lo cual fue útil estimar la calidad de producción de las UEPS, las cuales fueron conceptualizadas desde el inicio de la investigación

como posibles evidencias de aprendizaje significativo, en la medida que evidenciaron grados de correspondencia y consistencia con los principios de la Teoría de Aprendizaje Significativo. El proceso de estimación de las UEPS se realizó de acuerdo a los criterios propuestos por Flores, Caraballo y Moreira (2011), expresada en la tabla nº3:

Tabla 3-. Instrumento de estimación global de las UEPS basadas en el enfoque epistemológico y Remotos a través de V de Gowin (adaptada e construida por los investigadores).

Aspectos evaluados	Detalles puntua- ción
<i>Dominio Teórico /conceptual</i>	
1. Descripción del evento.....	 0.5
2. Preguntas orientadoras.....	 0.5
3. Filosofía.....	 0.5
4. Teorías.....	 1.0
5. Principios.....	 1.0
6. Conceptos.....	 0.5
<i>Dominio metodológico</i>	
7. Registros.....	 0.5
8. Transformaciones: Secuencia de 8 pasos de la UEPS de acuerdo con las sugerencias de Moreira (2011)	 4.5
9. Afirmaciones de conocimiento.....	 1.0

A partir del proceso de estimación de cada una de las UEPS, será posible estimar el grado de correspondencia de las mismas con las conceptualizaciones filosóficas-epistemológicas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el LDC, desde los enfoques tradicional y epistemológico, explicitada en la tabla nº1. En este sentido, la siguiente escala (tabla Nº4), será de suma utilidad en el proceso global de evaluación de los aprendizajes, y, en consecuencia, en el proceso de reconocimiento de las posibles posiciones de los profesores frente a dichas conceptualizaciones.

Tabla Nº4. Estimación global de evaluación de las UEPS, sistematizadas a través de la V de Gowin.

Puntuación (X/10pts)	Estimación de Cali- dad de la UEPS	Conceptualización de la Enseñanza y Aprendizaje en el LDC
8.0 pts. até 10pts	Excelente calidad	UEPS que reúne suficientes elementos consistentes al AE
> 5.1 até 7.9 pts.	Buena calidad	UEPS que expone elementos que dialogan (aunque con algunas inconsistencias) con el AE
> 2.6 até 5	Mediana calidad	UEPS con tendencias tendientes al AT
Até 2.5pts	Baja calidad	UEPS sobre AT

En este estudio, una UEPS de excelente y buena calidad, es visualizada como evidencia de aprendizaje significativo, procedente de la participación activa del profesor en el curso sobre enfoque epistemológico y remoto del LDC. Por el contrario, una UEPS de mediana o baja calidad, lejos de ser vinculadas a la ocurrencia de Aprendizaje significativo, serán entendidas, y más adelante discutidas, como posibles: indicadores de fragilidad del curso como

estrategia potencialmente significativa, y como indicadores de concepciones epistemológicas sobre la naturaleza de las ciencias, cristalizada en el tendientes al positivismo.

4 - RESULTADOS

A continuación, son presentados los resultados derivados de la aplicación de diversos métodos, técnicas y estrategias educativas a lo largo de todo el curso de formación continuada, sobre el enfoque epistemológico y remoto del LDC. Son de interés para este estudio las informaciones registradas puntualmente a través de las actividades colaborativas, la construcción de UEPS y sus sistematizaciones en V de Gowin.

En este sentido, mediante la fase de levantamiento de expectativas se constituyó un espacio de socialización para conocer los intereses de los profesores de ciencias al respecto del curso para su formación continuada con el enfoque epistemológico y remoto del LDC. Las informaciones fueron organizadas en tres supra categorías, presentadas a continuación en la tabla nº5

Tabla Nº5 expectativas de los profesores sobre su formación continuada en el curso laboratorio didáctico de ciencias: constructivista y remoto.

Categorías de información	Indicadores	%
<i>Necesidades en la formación docente</i>	Nuevas herramientas didácticas	40,91%
	Disposición para aprender TIC ^{12*}	18,18%
	Referenciales teóricos	4,54%
<i>Didáctica de las Ciencias</i>	Reflexión y cambios	
	Relevancia de la experimentación didáctica	22,74%
<i>Aprendizaje de las Ciencias</i>	herramientas pedagógicas	13,64%

Respecto a la tabla 5, el 40,91% de los profesores participantes declararon la necesidad de explorar nuevas herramientas que auxilien su proceso de enseñanza. Así, el 18,18% expresó su voluntad de aprender nuevas tecnologías de información, inseridas en el curso, de manera que puedan auxiliar y mejorar su práctica pedagógica. Un porcentaje bajo de los participantes del curso, manifestó una interesante necesidad, El 4,54% esperaba que el curso les brindaría el escenario para profundizar en referenciales teóricos de utilidad para comprender y mejorar su práctica educativa.

Seguidamente, el 22,74% de los profesores esperaba que el curso fuese un espacio para la reflexión e intercambio de metodologías de enseñanza habitualmente aplicadas durante su praxis pedagógica, y sobre la importancia de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias. Finalmente, sobre la categoría aprendizaje de las ciencias, el 13,64% de los profesores confiaba en que el curso brindaría herramientas pedagógicas para atender las necesidades de los estudiantes que ya no se sienten atraídos por los enfoques tradicionalistas, convencionales.

A partir de estas ideas, comenzó el desenvolvimiento didáctico del curso para la formación continuada del profesor de ciencias, en el que los profesores participaron activamente. Una vez desarrolladas las diferentes fases metodológicas propias del curso, los profesores pasaron a construir sus UEPS, basadas en el enfoque epistemológico y remoto del LDC. Cada uno de los profesores contó con entre 3 y 5 oportunidades para presentar, socializar y reconsiderar los elementos planteados en sus UEPS, derivando este proceso en una upes final más

¹² Tecnologías de Información y Comunicación

elaborada, consensuada y ajustada al contexto de actuación del profesor. La tabla 6 fue construida de acuerdo con los parámetros de evaluación de las UEPS dispuesta en la tabla nº2, y muestra los resultados de la evaluación de la última versión de UEPS presentada por los profesores.

Tabla Nº6. Síntesis del proceso de evaluación de las UEPS en V de Gowin

Aspectos evaluados	PA*	PB	PC	PD	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PÑ	PO	Pp	PQ	PR
<i>Dominio Teórico /conceptual</i>																		
Descripción del evento.....	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Preguntas orientadoras.....	0.2	A**	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Filosofía.....	0.2	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Teorías.....	0.5	0.2	1.0	0.4	0.5	0.7	0.6	0.2	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Principios.....	1.0	0.2	1.0	A	0.5	0.7	1.0	0.3	0.7	0.6	0.8	0.7	1.0	0.5	1.0	0.8	0.7	0.7
Conceptos.....	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.5	A	0.5	0.5	0.3	0.5		0.4	0.5	0.5
<i>Dominio metodológico</i>																		
Registros.....	0.2	0	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Transformaciones	2.0	0.1	3.0	A	2.0	3.0	2.0	4	3.5	3.0	3.5	3.6	4.1	3.3	3.1	4.2	3.3	3.3
Afirmaciones de conocimiento	0.5	0.1	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.9	0.5	0.4	0.4	0.7	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5
$\sum X/10pts$	5.4	1.3	7.4	2.1	5.4	6.8	6.2	6.4	8.0	6.7	7.5	8.0	8.8	7.5	7.3	9.6	8.1	1.8

*P1 hasta P18 profesores participantes. **A (ausentes).

Con las informaciones detalladas de esta tabla, los investigadores pudieron estimar de manera global la calidad de las diferentes UEPS, presentadas en el diagrama de V de Gowin por los profesores participantes, lo cual fue sistematizado en la siguiente tabla 7, sobre la base de las conceptualizaciones filosóficas y epistemológicas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el LDC, que son de interés para este estudio y que fueron descritas en la Tabla nº1. En este sentido:

Tabla Nº 7. Estimación global de calidad de las UEPS diagramadas en V de Gowin construidas por los profesores participantes del curso sobre el enfoque epistemológico del LDC.

Estimación global de evaluación de las UEPS	PA*	PB	PC	PD	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PÑ	PO	Pp	PQ	PR
<i>Excelente calidad</i>									•		•	•	•			•	•	
<i>Buena calidad</i>	•		•		•	•	•	•		•				•	•			
<i>Mediana calidad</i>																		
<i>Baja calidad</i>		•		•														•

*P1 hasta P18 profesores participantes.

Al respecto de las informaciones reflejadas en la tabla Nº 7, el 33.33% y el 50% de las UEPS construidas por los profesores, alcanzaron una estimación de excelente calidad y de Buena calidad respectivamente. Esto quiere decir, UEPS que éstas reunieron suficientes elementos consistentes con el abordaje epistemológico del LDC, insiriendo además de una manera coherente a los Laboratorios Remotos. En este sentido, estas propuestas didácticas de los profesores, reflejaron diversos niveles de diálogo indisociables entre los dominios teóricos y metodológicos, lo cual forma parte del quehacer científico. Es importante resaltar que estas UEPS partieron de situaciones problemáticas de naturaleza socio-científicas, próximas al estudiante y a su contexto real.

No obstante, el 16,6% de las UEPS construidas por los profesores, encuadraron en la escala de estimación de Baja calidad, lo cual significa que, aunque fueron realizados intentos y esfuerzos didácticos de los investigadores a través de la puesta en marcha del curso, vislumbrado como una estrategia facilitadora de aprendizaje significativo del profesor de ciencias, este grupo de profesores elaboraron UEPS con abordaje tradicionalista.

En este punto es necesario no perder de vista que, de Acuerdo con Moreira (2013), el desenvolvimiento de Aprendizaje Significativo según Ausubel (1964) en Moreira (2013), no es un evento fortuito, rápido o automático, depende de cada persona, de su histórico, sin dejar de lado que el aprendiz se encuentra influenciado por sus propias concepciones sobre naturaleza de las ciencias, que en la opinión de Flores, Caraballo y Moreira (2009), lejos de ser consistentes con posiciones constructivistas, relativistas, aún se encuentran cristalizadas en el positivismo lógico, las cuales son sumamente difíciles de cambiar. En este sentido, son producidas didácticas con abordajes de LDC consistentes con una perspectiva reduccionista y antagónica de la visión de ciencias más ampliamente aceptada en la actualidad (Bardera y Valdes, 1996).

Los investigadores se interesaron en conocer la valoración global de los profesores participantes sobre el curso. En este sentido estos emitieron opiniones en tres direcciones: enfoque de abordaje del laboratorio didáctico de las ciencias; construcción de UEPS e inserción de UEPS en la rutina escolar. Con respecto al enfoque de epistemológico y remoto del LDC, los profesores participantes, en función de su experiencia en este curso, manifestaron estar a favor de la implementación de enfoques de resolución de problemas como el epistemológico y Remoto en el LDC, ya que ayudarían en el proceso de mitigación de los obstáculos referidos a didáctica y a disponibilidad de recursos en este completo y fértil ambiente de aprendizaje.

No obstante, los profesores no dejaron de expresar que fue la primera vez que recibían formación al respecto del enfoque epistemológico y remoto del LDC, desde una perspectiva constructivista, por lo tanto, creen que insertarlos en su praxis pedagógica podría estar negativamente influenciado por factores como: deficiencias en su formación continuada; la disponibilidad de horarios; las exigencias y restricciones del currículo y de la gerencia escolar; el desconocimiento y la complejidad inherente al proceso de construcción de estrategias facilitadoras de aprendizaje significativa.

Del mismo modo, resaltan la importancia de recibir formación continuada al respecto de tópicos importantes, relevantes y vigentes como la construcción de UEPS y de V de Gowin, estrategia con nivel alto de complejidad en su comprensión y construcción, con viabilidad en el proceso de inserción escolar.

5- CONSIDERACIONES FINALES

La construcción de UEPS, visualizadas en este estudio como evidencias de Aprendizaje Significativo, exhibieron la potencialidad de contribuir favorablemente en el proceso de enseñanza y aprendizaje significativo de profesores sobre el enfoque Epistemológico y Remoto del LDC. Creemos que, siempre que los profesores sean formados desde perspectivas constructivistas, basadas en la resolución de problemas, con referenciales teóricos consistentes y coherentes como la Teoría de Aprendizaje Significativo, ellos podrán en sus escuelas, enseñar desde estas perspectivas.

Finalmente, reconocemos la necesidad de continuar explorando esta línea de investigación, profundizando en diferentes direcciones: formación continuada de profesores de ciencias, enfoques de enseñar ciencias en el LDC, viabilidad de los laboratorios remotos y en las potencialidades que brinda la TAS como referencial teórico en la enseñanza de las ciencias. Por lo tanto, alentamos a la realización de futuras investigaciones, que generen contribuciones teóricas y o metodológicas en esta área.

6 – LIMITACIONES

La principal limitación del estudio estuvo en la resistencia del profesor en aprender significativamente nuevas estrategias para facilitar Aprendizaje Significativo, debido al

conflicto en el que naturalmente entran sus posiciones tradicionalistas, cristalizadas en el positivismo lógico y las propuestas educativas centradas en posiciones constructivistas relativistas.

7– REFERÊNCIAS

- Andres, M; Pesa, M y Moreira, M. (2007). El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciênc. educ.* (Bauru) [online]. 2006, vol.12, n.2, pp.129-142. ISSN 1516-7313. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132006000200002>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, L. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. (2a. ed.). México: Editorial Trillas
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- BAROLLI, Elisabeth; LABURU, Carlos Eduardo; GURIDI, Veronica Marcela. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Ourense, v. 9, n. 1, p. 88-110, 2010. Disponible em: < http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART6_VOL9_N1.pdf >.
- BENTO SILVA E ROCHADELL (2013). Utilização de Experimentação Remota Móvel no Ensino Médio. *Revista Novas Tecnologias na Educação* V. 11, n. 1. Disponible em: <https://www.researchgate.net/publication>
- Borges, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, 2002. (Reeditado en v. 21, Edição Especial, nov. 2004).
- Camejo Aviles, Ivana Elena; Galembeck, Eduardo. «Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica». *Enseñanza de las ciencias*, Núm. Extra (2017), p. 2485-2490. <https://ddd.uab.cat/re-cord/184211> [Consulta: 25 febrer 2019].
- CAMEJO, I; GALEMBECK, E. Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesoras de Brasil y Venezuela. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24 n.2, 2019. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p256>
- CAMEJO AVILES, Ivana Elena; GALEMBECK, Eduardo. El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, [S.l.], v. 16, n. 36, p. 53-65, jul. 2020. ISSN 2317-5125. Disponible em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/8588> Acesso em: 18 set. 2020. doi:http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v16i36.8588
- Flores, Julia, Caballero Sahelices, María Concesa, Moreira, Marco Antonio, El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación* [en línea] 2009. Disponible en:<http://redalyc.org/articulo.oa?id=376140383004> ISSN 0798-0329
- Flores J., Caballero, M., y Moreira, Marco Antonio (2011). "Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V un estudio de caso de la UPEL / IPC". *Revista de Investigación* Nº 73. Vol. 35. disponible: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/revistadeinvestigacion/article/view/3398>

- Gómez-Arribas, S. Holgado, J.E. López-de-Vergara, Integración de experimentos de laboratorio remotos en un entorno ubicuo de aprendizaje. Proc. of the I Simposio sobre Computación Ubicua e Inteligencia Ambiental (UCAmI'2005), 337-344, 2005
- Gowin, D.B.; Alvarez, M. (2005). The art of educating with V diagrams. New York: Cambridge University Press.
- Gustavsson, Nilsson, Zackrisson, Garcia-Zubia, Hernandez-Jayo, Nafalski, Machotka e Pettersson, " On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and Use of Collaborative Remote Laboratories", Volume: 2, Issue: 4, Oct.-Dec. 2009, ISSN 1939-1382.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), pp. 299-313.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. Chemistry Education: Research and Practice, 5(3), 247-264 (8)
- Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V: un estudio de caso de la UPEL / IPC. Available from: https://www.researchgate.net/publication/262669248_Construccion_de_un_marco_teoricoconceptual_para_abordar_el_trabajo_de_laboratorio_usando_el_diagrama_V_un_estudio_de_caso_de_la_UPEL_IPC [accessed Oct 03 2020].
- Marchisio; F. Lerro; O. Von Pamel. "Empleo de un laboratorio remoto para promover aprendizajes significativos en la enseñanza de los dispositivos electrónicos". PÍXEL BIT. Revista de Medios y Educación. No. 38, 2011, pp. 129-139.
- Moreira, M. e Levandowski, C. (1983). Diferentes abordagens ao ensino de laboratorio. Porto Alegre: Editora da Universidade Novak, J.D. (1979). Applying psychology and philosophy to improvement of laboratory teaching. The American Biology Teacher, 41(8), 466-474
- MOREIRA, Marco Antonio. Potentially meaningful teaching units – PMTU. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.
- MOREIRA, Marco. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas. [en línea] 2013. Disponible http://www.profjudes.unir.br/uploads/44444444/arquivos/TAS_1490483223.pdf
- Novak, J.D.y Gowin, B. (1988). Aprendiendo a aprender. España: Ediciones Martínez Roca.
- Novak, J. D. & A. J. Cañas, The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008, available at: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje Significativo: teoría y práctica. Ed. Visor. Madrid.
- SANTOS, G. G; RIBEIRO, T. N; SOUZA, D. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018.

CAPÍTULO III

DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS DA PESQUISA

É proporcionada a presente discussão de resultados, baseada nas diferentes etapas metodológicas que foram desenvolvidas nesta pesquisa, e que respondem, de maneira proporcional, aos seus objetivos gerais e específicos. Isto com o intuito de expor o diálogo indissociável presente entre a pesquisa geral e os diferentes artigos publicados sobre a formação continuada do professor de ciências latino-americano no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático.

Baseados na necessidade de contribuir no processo de formação continuada do professor de ciências, sob o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, por meio da concepção, implementação e avaliação do curso assíncrono na plataforma de aprendizagem *Moodle*, serão discutidos os resultados obtidos, com base nas etapas metodológicas:

Na etapa I foi possível reunir os elementos teórico-metodológicos contemporâneos, e mais amplamente aceitos na atualidade pela comunidade de pesquisadores da área, para construir as diferentes dimensões sobre as quais foi planejado o curso intitulado “Laboratório didático de Ciências: construtivista e remoto”. Não obstante, no processo inicial de indagação, advirto sobre possíveis posições antagônicas entre dois potentes referenciais teóricos da área, que foram escolhidos pelos pesquisadores desde o começo. A possibilidade de ter contrariedades nos referenciais teóricos ativarão os alertas para tentar evitar, ao longo da pesquisa, problemas epistemológicos no processo de fundamentação, compreensão e desenvolvimento desta investigação.

Neste sentido, foi desenvolvido um estudo de natureza documental, materializado por meio de Camejo e Galembeck (2017), no 1º artigo publicado¹³, intitulado “*Que é Aprendizagem? como ela acontece? como facilitá-la? um olhar das Teorias de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Aprendizagem Multimídia de Richard*

¹³ Artigo publicado no ano 2017 em: Aprendizagem Significativa em Revista/*Meaningful Learning Review* – V7(3), pp. 01-19, 2017. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID114/v7_n3_a2017.pdf

Mayer”, no qual foi questionado o nível de correspondência entre estes dois referenciais: Teoria de Aprendizagem Multimídia de Mayer (2009) e a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963), junto às contribuições de Novak (1979), Gowin (1981) e Moreira (2005; 2010). Nesta sequência, foi feita uma análise teórica comparativa, crítica e refletiva sobre as três dimensões de interesse para a pesquisa em geral: concepções de aprendizagem; mecanismos para obter o aprendizado e estratégias para facilitá-lo.

Com o intuito de preservar as possíveis contribuições da pesquisa, os investigadores decidiram evitar uma situação desfavorável no processo de compreensão, elucidação e análise dos resultados, levando em consideração o perigo acadêmico que poderia constituir o fato de selecionar dois referenciais teóricos antagônicos, que apresentem visões epistemológicas distintas, quanto a suas concepções de aprendizagem, formas de ocorrência e métodos para facilitá-lo. Assim, foi selecionada como referencial teórico macro desta pesquisa a Teoria de Aprendizagem Significativa. Algumas das motivações derivadas deste artigo, de natureza teórica, que justificam dita seleção, são comentadas a seguir:

- i. A teoria da Aprendizagem Multimídia representa um referencial teórico de utilidade que pode ser usado na construção de materiais educacionais com formato multimídia, embora não considere o conhecimento prévio desde o início do ensino, ou seja, desde o planejamento das mensagens multimídia.
- ii. A descrição dos processos cognitivos propostos por Mayer para o desenvolvimento da aprendizagem multimídia não são consistentes com os processos propostos por Ausubel, ou seja, não levam em conta a dinâmica da estrutura cognitiva humana representada pela diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.
- iii. Embora Mayer (2009) use o termo "*Meaningful Learning*" para referir-se às aprendizagens derivadas das aprendizagens multimídia, tal é feita de maneira superficial, sem gerar novas teorizações ou conceitualizações da Teoria de Aprendizagem Significativa, aprofundando com sua temida "trivialização".
- iv. Apesar da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) representarem dois potentes referenciais teóricos pedagógicos para superar as limitações do ensino de ciências na atualidade, na opinião dos pesquisadores, a TCAM não incorpora suficientes

elementos da TAS, gerando inconsistências e posturas antagônicas entre as duas teorias.

Com base nos apontamentos acima, a Teoria de Aprendizagem Significativa foi validada como referencial teórico que tem as condições, características, e modalidades necessárias para facilitar o aprendizado na sala de aula, indispensáveis para compreender os processos de aquisição, assimilação e retenção dos conhecimentos, fazendo possível que os estudantes possam atribuir significado àquilo que aprendem (AUSUBEL, 1963; NOVAK, 1983; GOWIN, 1981; MOREIRA, 2011; PALMERO, CARABALLO e MORREIRA. 2011).

Nesta continuidade, foi compreendida a importância de proporcionar aos professores de ciências as ferramentas necessárias para orientar o processo de facilitação de aprendizagem significativa de conteúdos de ciências no laboratório didático, com base no enfoque epistemológico e remoto. Assim, foi realizada a II etapa: construção do curso assíncrono, intitulado “Laboratório didático de Ciências: construtivista e remoto”, o qual respondeu a uma docência coerente com os pressupostos, princípios e filosofia da Teoria de Aprendizagem Significativa, com a intenção de que os professores, aprendendo desde a perspectiva ausubeliana, possam também ensinar nessa dita perspectiva.

Assim, em Camejo e Galembeck (2017), no 2º artigo publicado¹⁴, na sua tabela 1 (ver na página 2488 do artigo), expõem-se os elementos da didática potencialmente significativa que foi planejada para facilitar o aprendizado de professores de ciências a respeito do enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências. Neste sentido, o planejamento do curso incorporou os elementos fundamentais e atuais derivados da revisão do estado da arte em três direções de indagação: formação continuada do professor de ciências na América Latina, aplicações do laboratório didático de ciências com foco epistemológico e remoto, e potencialidades didáticas dos laboratórios remotos no ensino de ciências.

Consecutivamente, o planejamento do curso atravessou um processo estrito de avaliação em três direções: equipe de professores doutores da área de ensino de ciências e matemática, que atuam no Brasil e na Venezuela; especialistas em tecnologias de informação e comunicação do Laboratório de Tecnologia Educacional

¹⁴ Artigo publicado no ano 2017 em: *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Nº extra, 0-2017. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/189_laboratorio_construtivista_y_remoto.pdf

(LTE), e estudantes do programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática (PECIM). Nesta sequência, a avaliação da equipe de professores doutores da área de ensino de ciências e matemática permitiu situar o curso no nível de estratégia educacional com potencialidades para favorecer a aprendizagem significativa do enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático, sustentado por um variado número de materiais educacionais em diferentes formatos, consistentes com a natureza *online* e assíncrona do curso.

Derivado do processo de avaliação, o curso acabou tendo um robusto perfil didático, com potencialidades para gerar contribuições importantes no processo de formação contínua do professor de ciências da América Latina. Não obstante, um fato chamou a atenção dos investigadores: as possíveis influências que poderiam ter as diferentes concepções sobre ensino, aprendizagem e natureza da ciência (NdC) dos professores em seu próprio processo de aprendizagem, sem perder de vista que, ainda hoje, é questionada a influência de tais concepções na formação continuada dos professores, e, em consequência, na sua práxis pedagógica. Decerto, até hoje não existe um consenso sobre as possíveis implicações das concepções acerca da NdC, aprendizado e ensino dos professores, na sua forma de ensinar, e, consequentemente, no processo de alfabetização científica.

Neste cenário, a implementação do curso permitiu levar a cabo um processo de levantamento e identificação das concepções sobre a NdC, atividade científica e didática do laboratório de ciências dos professores participantes do curso. Assim, Camejo e Galembeck (2019), no 3º artigo publicado¹⁵, intitulado “*Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela*” expõem interessantes contradições entre as visões epistemológicas de ensino e aprendizagem contra as suas concepções de NdC.

Por meio do processo de triangulação metodológica apresentado neste artigo, foi possível a utilização de dois métodos de coletar as informações, com o intuito de superar as debilidades inerentes ao uso de um único método e instrumento. A triangulação metodológica foi feita a partir de uma escala de *Likert*, constituída por

¹⁵ Artigo publicado no ano 2019 em: Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Capa > v. 24, n. 2 (2019). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p256>

dezesseis itens, e a construção de mapas conceituais sobre as concepções de NdC e as visões pedagógicas de ensino e de aprendizagem de ciências dos professores participantes.

A análise estatística permitiu estabelecer correlações positivas e negativas entre as variáveis concepções de NdC, aprendizagem e ensino de ciência. As variáveis de concepções de NdC, tendentes neste estudo às visões alternativas/relativistas; e as visões sobre ensino de ciências cristalizadas no enfoque tradicionalistas apresentaram uma correlação negativa (coeficiente de 0,143), indicando uma débil relação entre as mesmas. Pelo contrário, o cálculo do coeficiente de correlação entre as variáveis NdC tendentes neste estudo às visões alternativas/relativistas e as visões de aprendizagem tendentes a posições alternativas, ao construtivismo, foi de 0,9115, indicando, de fato, que existe correlação positiva entre as duas variáveis.

Particularmente, sobre as variáveis de NdC tendentes neste estudo às visões alternativas/relativistas e as visões de aprendizagem tendentes a posições alternativas, os investigadores acreditam que embora trate-se de uma apropriação superficial do construtivismo no discurso dos professores, devido aos múltiplos modismos atuais nos diferentes meios de comunicação, elas não deixam gerar contribuições no processo de reelaboração e reconstrução de concepções sobre NdC, ensino e aprendizagem dentro das comunidades de professores de ciências, assim, elas podem ser consideradas como sinais incipientes de futuras mudanças conceituais.

As análises quantitativas feitas nos mapas conceituais, sobre as visões dos professores do ensino de ciências nos laboratórios didáticos, foram consistentes com as análises derivadas da aplicação da escala de *likert*, ressaltando, nesse sentido, sua tendência tradicionalista de ensino no laboratório didático, a qual, de acordo com Hodson (1994) e Barberá e Valdes (1996), aponta para um ensino no laboratório didático direcionado ao desenvolvimento de destrezas e habilidades manipulativas de aparelhos, reagentes e medições, além da aplicação de protocolos fortemente estruturados, que, em conjunto, são importantes, mas insuficientes no processo de compreensão real da atividade científica e no processo de alfabetização científica.

Em seguida, para o processo de avaliação e aproximação das mudanças conceituais proporcionadas em vários momentos do curso pelos professores participantes, foram aplicados diversos métodos e instrumentos, baseados na construção

de mapas conceituais; construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e as posições dos professores escritas em fórum de discussões.

A seguir são apresentados os dados que se aproximam ao processo de estimação global do curso.

Camejo e Galembeck (2020), no 4º artigo publicado¹⁶, intitulado “*El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros*”, exibem um estudo interpretativo descritivo, com possíveis evidências de aprendizagem significativa de professores de ciências durante seu processo de construção integrativa de sentidos sobre o papel da experimentação didática no ensino de ciências.

Nesta perspectiva, embora a sistematização das informações referidas ao levantamento de ideias prévias sugira uma preponderância de visões pedagógicas tradicionalistas (100% dos professores participantes), em geral o desenvolvimento da orientação didática potencialmente significativa para favorecer o ensino do enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências tem favorecido o processo de construção integrativa de sentidos, já que, a partir das subsequentes versões de mapas conceituais construídas pelos professores, eles exibiram visões pedagógicas alternativas, com marcadas tendências construtivistas, investigativas, baseadas na resolução de problemas, no contexto do laboratório didático de ciências.

Transversalmente, Camejo, Flores e Galembeck (2020), no 5º artigo¹⁷, intitulado “*UEPS sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico: evidencias de aprendizaje significativo de profesores de ciencias*”, apresentam possíveis evidências de aprendizagem significativa de professores de ciências, mediante a construção e reconstrução de diversas estratégias para favorecer aprendizagem significativa: unidades de ensino potencialmente significativa (UEPS) e atividades colaborativas com registro em questionários abertos e fórum de discussão, sobre o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências.

Como é descrito no 5º artigo aceito para publicação, os professores participantes, ao longo do curso, tiveram a oportunidade de apresentar diversas versões

¹⁶ Artigo publicado no ano 2020, na Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 16, n. 36 (2020). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v16i36.8588>

¹⁷ Artigo aceito para publicação no ano 2020. Contou com as valiosas contribuições da coautora Dra. Julia Flores. Revista: Aprendizagem Significativa em Revista, da UFRGS.

de suas UEPS, sendo a última versão a mais completa e complexa, como resultado do processo contínuo de construção e socialização entre pares, sobre o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências. De acordo com as tendências pedagógicas descritas neste artigo, a maioria dos professores participantes, ou seja, 72,22% conseguiu construir sequências didáticas de boa qualidade, com indícios tendentes para o construtivismo, baseadas na resolução de problemas e com valorização dos laboratórios remotos como potentes estratégias de ensino de ciências, no laboratório didático. Este resultado dá um importante suporte à ideia inicial sobre as importantes características didáticas do curso e suas potencialidades no fato de favorecer aprendizagem significativa sob o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático.

Não obstante, ainda persistiu no estudo uma porcentagem de UEPS baseadas no enfoque certamente tradicional de ensino de ciências no laboratório didático (11,1%), o qual embora seja baixo em relação à porcentagem de UEPS que manifestaram ter tendências pedagógicas alternativas, contemporâneas, não deixam de chamar a atenção dos pesquisadores, lembrando que, embora o curso represente uma potente estratégia didática para facilitar a aprendizagem significativa de professores de ciências sobre o laboratório didático com foco epistemológico e remoto, as concepções iniciais destes estão fortemente arraigadas no seu raciocínio e requerem muito mais do que um curso para iniciar o processo de questionamento, mudanças, reestruturação e construção coerente com os pressupostos aceitos na atualidade.

Em seguida, no 5º artigo, a tabela 4 (intitulada “*Valoración final de profesores sobre el enfoque epistemológico y remoto del Laboratorio didáctico de las Ciencias a través de la Construcción de Unidades Educativas Potencialmente Significativas-UEPS*”), também sistematiza as informações oferecidas pelos professores participantes por meio de discussões socializadas sobre a sua avaliação do curso, levando em consideração as seguintes questões orientadoras no processo de discussão: valoração do enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático; construção das UEPS e possibilidades de inserção na sua rotina escolar.

Em geral, os professores manifestaram que a construção de sequências didáticas UEPS baseadas no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, embora tenha sido uma experiência desafiante para eles, em conjunto,

representou uma interessante alternativa didática que, a respeito do enfoque remoto, vem para resolver as marcadas deficiências na disponibilidade de recursos e estruturas físicas dos laboratórios didáticos. A respeito do enfoque epistemológico, na opinião destes professores, representa uma alternativa que otimiza o processo de ensino de ciências, devido à sua proximidade com o contexto real do estudante, seu caráter eminentemente democrático e às possibilidades que o enfoque oferece para tentar resolver situações problemáticas de origem socio-científicas a partir de atividades experimentais.

Baseados nos resultados globais desta pesquisa, resulta pertinente recomendar a aplicação de enfoques de abordagens do laboratório didático baseados em perspectivas de resolução de problemas, como o enfoque epistemológico e remoto, devido a suas aplicações didáticas, que, na opinião dos professores participantes deste estudo, poderiam melhorar as comentadas deficiências de ensino de ciências no laboratório didático, ajudando a superar as visões tradicionalistas que fazem parte da realidade da América Latina.

Neste sentido, facilitar estratégias de sensibilização para a formação continuada de professores de ciências, baseadas em enfoques como o epistemológico, centrado na resolução de situações com problemáticas sociais reais poderiam, potencialmente, levar os professores a planejar didáticas que levem os estudantes a desenvolverem uma noção de ciência mais consistente com a realidade da atividade científica.

Consistentemente, o enfoque remoto do laboratório didático de ciências traz a oportunidade democrática de oferecer uma ampliação do acesso estudantil à experimentação didática, principalmente em nossas escolas públicas, já que, embora a experimentação didática seja reconhecida como fato diferencial do ensino de ciências, na atualidade encontra-se quase extinta, devido às fortes limitações dos recursos físicos e financeiros.

Finalmente, gostaríamos de enquadrar os próximos caminhos e desafios desta pesquisa no acompanhamento dos professores no processo de implementação das UEPS com enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, em seus contextos de ensino em tempo real. Este fato, embora não faça parte dos propósitos e objetivos desta pesquisa, apresenta uma interessante oportunidade para

continuar aprofundando e investigando nesta linha de pesquisa, que ainda precisa ser investigada.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES GERAIS DA PESQUISA

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões gerais da pesquisa, que buscou a promoção da aprendizagem significativa em professores de ciências da América Latina mediante sua formação continuada no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências.

O desenvolvimento da revisão crítica do estado da arte em três direções, ou seja, da área de formação continuada do professor de ciências da América Latina, abordagens alternativas do Laboratório didático de ciências e potencialidades didáticas dos laboratórios remotos, que têm favorecido o processo integrado de compilação dos elementos teóricos e metodológicos atuais, e mais amplamente aceitos pela comunidade de pesquisadores da área, a qual se mostrou de suma utilidade no processo de construção do curso *online* “Laboratório didático de Ciências: construtivista e remoto”.

A determinação das contrariedades fundamentais e posições antagônicas entre os referenciais teóricos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) e a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel evitaram, de fato, possíveis problemas epistemológicos no processo de fundamentação, compreensão e desenvolvimento desta investigação.

O processo de planejamento, construção, avaliação e aplicação do curso “laboratório didático de ciências: construtivista e remoto” permitiu a sua conceitualização como uma estratégia didática potencialmente significativa, com as condições e características necessárias para facilitar a aprendizagem significativa dos professores participantes por meio da sua formação continuada no enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências.

Os professores têm concepções sobre a NdC consistentes com visões contemporâneas, mais amplamente aceitas na atualidade. As suas visões e

conceitualizações sobre a aprendizagem são tendentes ao construtivismo, e, na opinião dos pesquisadores, esse fato responde à apropriação superficial situada do termo. As visões e concepções de ensino de ciências no laboratório didático estão cristalizadas no enfoque tradicionalista, as quais, longe de contribuir no processo de compreensão social da ciência, geram inúmeros obstáculos de natureza epistemológica que dificultam a sua compreensão.

A construção integrada de unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) suscitou importantes contribuições no processo de otimização do ensino e aprendizagem significativa dos professores sob o enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, superando as suas resistentes posições tradicionalistas.

O processo de formação continuada do professor de ciências em enfoques construtivistas, baseados na resolução de problemas com abordagem epistemológica, sensibilizou os professores ante suas concepções da natureza das ciências e sobre como deveria ser feito o ensino para gerar uma aprendizagem significativa, gerando contribuições potenciais no desenvolvimento de noções de ciência nos estudantes, de maneira que estes sejam mais consistentes com sua natureza eminentemente humana, consensuada, social, errática e dinâmica.

A implementação de enfoques de experimentação remota no ensino de ciências traz uma oportunidade democrática de oferecer ampliação do acesso estudantil à experimentação didática, principalmente em nossas escolas públicas, já que, embora a experimentação didática seja reconhecida como fato diferencial do ensino de ciências, na atualidade encontra-se quase extinta, devido às fortes limitações dos recursos físicos e financeiros. Seu sucesso dependerá não só do acesso às tecnologias, mas também a um processo amplo e integrado de alfabetização tecnológica dos professores e seus estudantes.

PERSPECTIVAS FUTURAS DA PESQUISA

Propõe-se que, por meio dos próximos caminhos da pesquisa, os professores, da rede pública ou privada de ensino, sejam formados, acompanhados e auxiliados no processo de implementação das UEPS com enfoque epistemológico e remoto do laboratório didático de ciências, em seus contextos de ensino em tempo real, no intuito de aprofundar esta linha de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais**. São Paulo: Pioneira, 1998, 2003

ANDRES, M; PESA, M; MOREIRA, M. A. **El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales**. Ciencias & Educação., v. 12, n. 2, p. 129-142, 2006

AUSUBEL, D. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

BARBERÁ, O., & VALDÉS, P. (1996). **El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión**. Enseñanza de las Ciencias, 14(3), 365-379. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/39077198> El trabajo practico en la enseñanza de las ciencias una revision

MOREIRA, M. A. (2005). **Mapas conceptuales y aprendizaje significativo**. Revista Chilena de Educación en Ciencias, 4(2), 38-44. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1993988>

BAROLLI, E., LABURU, C., GURIDI, V. **Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Ourense, v. 9, n. 1, p. 88-110, 2010. Disponível em: < http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART6_VOL9_N1.pdf >.

BENTO, W. ROCHADEL AND R. MARCELINO, **"Utilização de NTIC's aplicadas a dispositivos móveis"**, *IEEE-Revista Iberoamer. De Tecnol. Del Aprendizaje*, vol. 7, no. 3, pp. 149-154, Feb. 2012.

Borges, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, 2002. (Reeditado em v. 21, Edição Especial, nov. 2004).

CAMEJO, I., & DIEZ, D. (2014). **Aprendizaje Significativo Crítico de contenidos de educación para la salud en estudiantes de Biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Instituto Pedagógico de Caracas (IPC), Venezuela**. Investigações em Ensino de Ciências. 19(3), 593-610. Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/75/50>

CAMEJO, I; GALEMBECK, E. **Que é aprendizagem? Como ela acontece? Como facilitá-la? Um olhar das teorias de aprendizagem significativa de David Ausubel e aprendizagem multimídia de Richard Mayer**. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 7(3), p. 01-19, 2017. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID114/v7_n3_a2017.pdf

CAMEJO, I; GALEMBECK, E. **Laboratorio constructivista y remoto: secuencia didáctica potencialmente significativa para la formación continuada del profesor de ciencias en Latinoamérica.** Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra, p. 2485-2490, 2017.

CAMEJO, I; GALEMBECK, E. **Concepciones epistemológicas y visiones pedagógicas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: el caso de profesores de Brasil y Venezuela.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 24 n.2, 2019. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p256>

CAMEJO AVILES, Ivana Elena; GALEMBECK, Eduardo. **El papel de la experimentación didáctica en la enseñanza de las ciencias: evidencia del aprendizaje significativo de sus maestros.** Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, [S.l.], v. 16, n. 36, p. 53-65, jul. 2020. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/8588> Acesso em: 18 set. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v16i36.8588>

CAMEJO AVILES, Ivana Elena; GALEMBECK, Eduardo. **UEPS sobre el enfoque epistemológico y remoto del laboratorio didáctico: evidencias de aprendizaje significativo de profesores de ciencias.** 2020. (Artigo apreciado pelo Conselho Editorial da Aprendizagem Significativa em Revista e aceito para publicação, com observações).

FLORES, J; CABALLERO, C; MOREIRA, M. A. **El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje.** Revista de Investigación, n. 68, 2009.

FLORES, J; CABALLERO, C; MOREIRA, M. A. **Construcción de un marco teórico/conceptual para abordar el trabajo de laboratorio usando el diagrama V un estudio de caso de la UPEL/IPC.** Revista de Investigación, v. 35, n. 73, 2011.

FLORES, J; CABALLERO, C; MOREIRA, M. A. **Los mapas conceptuales como instrumentos evaluativos del nivel de construcción integrativa de significados en el laboratorio de bioquímica bajo un enfoque constructivista.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 19, n. 3, p. 611-624, 2014

FOUREZ, G., **“Crise no Ensino de Ciências?”**, Investigações em Ensino de Ciências, v.8, n.2, 2003.

GOWIN, D.B. **Educating.** Ithaca, NY, Cornell University Press. 1981.

GRECA, E., MENESES, J. E DIEZ, M. (2017). **A formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 16, Nº 2, 231-256. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_4_ex1068.pdf

HODSON, D. (1994). **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias**, 12 (3), 299-313. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370/93326>

MOREIRA, M. A. & LEVANDOWSKI, C. A., **Diferentes abordagens ao ensino de laboratório**. Ed. da Universidade, Porto Alegre: Editora da Universidade. 1983. 44p.

MOREIRA, M. (2010). **UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS***. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>

MOREIRA, M. A. (2011). **METODOLOGIA de pesquisa em ensino**. São Paulo, SP: Livraria da física.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa crítica**. Indivisa - Boletín de Estudios e Investigación, n. 6, p.83-102, 2005.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. 2011.

NOVAK, J. **Applying psychology and philosophy to improvement of laboratory teaching**. *The American Biology Teacher*, v. 41, n.8, 466-474, 1979.

NOVAK, J; GOWIN, B. *Aprendiendo a aprender*. España: Ediciones Martínez Roca. 1988.

NOVAK, J; CAÑAS, A. **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them**. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 (Rev 01-2008), Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

NOVAK, J; CAÑAS, A. **A Teoria Subjacente aos Mapas Conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, v.5, n.1, p. 9-29, 2010.

PALMERO, M.; CABALLERO, C., e MOREIRA, M. (2011). **La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual**. IN. *Revista Electrónica de Investigación e Innovación Educativa e Socioeducativa*, V. 3, n. 1, PÁGINES 29-50. Resgatado de http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/rodriguez/index.html

TÜNNERMANN BERNHEIM, CARLOS. **"El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes"**. *Universidades*, vol. 48, 2011, pp.21-32. Redalyc, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37319199005>