



REVISTA INTERNACIONAL DE
APRENDIZAJE EN CIENCIA,
MATEMÁTICAS
Y TECNOLOGÍA

VOLUMEN 5
NÚMERO 1
2018

**REVISTA INTERNACIONAL DE
APRENDIZAJE EN CIENCIA, MATEMÁTICAS
Y TECNOLOGÍA**

VOLUMEN 5, NÚMERO 1, 2018



REVISTA INTERNACIONAL DE APRENDIZAJE EN CIENCIA, MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍA
<http://sobrelaeducacion.com/revistas/coleccion/>

Publicado en 2018 en Madrid, España
por Global Knowledge Academics
www.gkacademics.com

ISSN: 2386-7582

© 2018 (revistas individuales), el autor (es)

© 2018 (selección y material editorial) Global Knowledge Academics

Todos los derechos reservados. Aparte de la utilización justa con propósitos de estudio, investigación, crítica o reseña como los permitidos bajo la pertinente legislación de derechos de autor, no se puede reproducir mediante cualquier proceso parte alguna de esta obra sin el permiso por escrito de la editorial. Para permisos y demás preguntas, por favor contacte con <soporte@gkacademics.com>.

La REVISTA INTERNACIONAL DE APRENDIZAJE EN CIENCIA, MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍA es revisada por expertos y respaldada por un proceso de publicación basado en el rigor y en criterios de calidad académica, asegurando así que solo los trabajos intelectuales significativos sean publicados.

REVISTA INTERNACIONAL DE APRENDIZAJE EN CIENCIA, MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍA

Director científico

María del Carmen Escribano Ródenas, Universidad CEU San Pablo, España

Consejo editorial

Aleska Cordero, Universidad Nacional Abierta, Venezuela

Rafael Paniagua Zapatero, Universidad CEU San Pablo, España

Antônio Vanderlei dos Santos, Universidade Regional Integrada, Brasil

Nancy Viana Vázquez, Universidad de Puerto Rico en Rio Piedras, Puerto Rico

Marisol Cipagauta, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

Magda Pereira Pinto, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Salvador Ponce Ceballos, Universidad Autónoma de Baja California, Mexico

Índice

Didáctica para ensino de IoT otimiza recursos públicos <i>Helbert da Rocha, Tânia Lucia Monteiro</i>	1
Objetos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de la física: un caso de aplicación <i>Victor Daniel Gil Vera</i>	9
Estrategias aplicadas para el fortalecimiento del modelo a distancia que promueven el proceso de aprendizaje en el estudiantado de la Cátedra de Administración de la UNED, costa rica, periodo 2014-2017 <i>José Eduardo Gutiérrez Durán, Vicente Godoy Sandoval, Gabriela Garita González</i>	19
Re(conocimiento) de la disciplina a partir de ejercicios metacognitivos en la formación de profesores de Física <i>Olga L. Castiblanco, Diego Vizcaíno</i>	29



Table of Contents

Didactics for IoT Optimizes Public Transportation	1
<i>Helbert da Rocha, Tânia Lucia Monteiro</i>	
Virtual Learning Objects in the Teaching of Physics: a Case of Applying	9
<i>Victor Daniel Gil Vera</i>	
Strategies Applied for the Strengthening of the Distance Model that Promotes the Learning Process in the Student of Administration of the UNED, Costa Rica, 2014-2017 Period	19
<i>José Eduardo Gutiérrez Durán, Vicente Godoy Sandoval, Gabriela Garita González</i>	
Re(Cognizing) the Discipline from Metacognitive Exercises in the Education of Physics Teachers	29
<i>Olga L. Castiblanco, Diego Vizcaíno</i>	





DIDÁTICA PARA ENSINO DE IOT OTIMIZA RECURSOS PÚBLICOS

Didactics for IoT Optimizes Public Transportation

HELBERT DA ROCHA, TÂNIA LUCIA MONTEIRO

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

KEY WORDS

*Science
Technology and Learning
Technology and Society
Smart Cities
Internet of Things
Public Resources
Optimization*

ABSTRACT

Internet of Things (IoT) is a technological paradigm and one of the most important tendency of TI nowadays, it is having a broad scope of research in the most different areas. IoT is playing an important role in the concept of smart cities, smart grid, smart health monitoring, smart clothes, preventive maintenance, etc. The IoT contribution to cities in order to make them intelligent, creates a hall of possibilities where there is almost no limit. The knowledge of this topic was presented to the students of the discipline Advanced Topics in Computer Networks. Unorthodoxly and using new technologies, resulted in the project "Vou de ônibus". The project, aims to optimize public resources, used in the transportation of university students between two cities in the interior of Brazil, provided daily to academics by one of the local city hall. The project has the goal to determine the partial number of students that will use the transportation on a certain day of the week.

PALAVRAS-CHAVE

*Ciência
Tecnologia e Aprendizado
Tecnologia e Sociedade
Cidades Inteligentes
Internet das Coisas
Otimização de Recursos
Públicos*

RESUMO

Internet of Things (IoT) é um paradigma tecnológico e uma das tendências de TI mais importantes da atualidade, tendo amplo escopo de pesquisa nas mais diversas áreas. IoT está desempenhando um papel importante no conceito de cidades inteligentes, smart grid, monitoramento de saúde inteligente, roupas inteligentes, manutenção preditiva, etc. A contribuição da IoT para cidades, com finalidade de torná-las inteligentes cria um hall de possibilidades onde quase não há limite. O conhecimento deste tema foi apresentado aos alunos da Disciplina de Tópicos Avançados em Redes de Computadores, de forma não ortodoxa e utilizando novas tecnologias, tendo como resultado o projeto "Vou de ônibus". O projeto, visa otimizar recursos públicos, utilizados no transporte de universitários entre duas cidades no interior do Brasil, fornecido diariamente aos acadêmicos locais por uma das prefeituras. Tendo como objetivo determinar o número parcial de alunos que irá utilizar o transporte em determinado dia da semana.

Introdução

Internet of Things (IoT) é um paradigma tecnológico que representa uma extensão das redes heterogêneas existentes, com capacidade de sensoriamento, atuação, comunicação, computação, conexão e armazenamento de dados do mundo real, possibilitando subsídios aos aplicativos e sistemas de usuários finais. Pode-se afirmar que é uma das tendências de TI mais importantes da atualidade, tendo amplo escopo de pesquisa nas mais diversas áreas.

Dia a dia mais e mais “coisas” estão se tornando parte integrante da vida humana, pelo modo que cada um dos objetos se adapta as capacidades de sensoriamento, capacidade interativa, comunicativa, computacional e de tomada de decisão, usando a gama de dados locais e globalmente disponíveis (Bhaddurgatte & Kumar, 2015).

A Internet das Coisas está desempenhando um papel importante no conceito de cidades inteligentes, *smart grid*, monitoramento de saúde inteligente, roupas inteligentes, manutenção preditiva, etc. A contribuição da Internet das Coisas para cidades, com finalidade de torná-las inteligentes cria um *hall* de possibilidades onde quase não há limites.

Cidades inteligentes (CI) são projetos nos quais um determinado espaço urbano é palco de experiências de uso intensivo de tecnologias de comunicação e informação, sensíveis ao contexto (IoT), de gestão urbana e ação social dirigidos por dados (*Data-Driven Urbanism*). O objetivo maior é criar condições de sustentabilidade, melhoria das condições de existência das populações e fomentar a criação de uma economia criativa pela gestão baseada em análise de dados (Tonon, 2017).

Um sistema de transmissão de mensagens é importante no contexto IoT. Se caracterizando por trocas e armazenamento de informações capturadas por sensores como por exemplo: temperatura, luz, umidade, pressão, movimento, entre outros. O conceito desta tecnologia é que todos os dispositivos usados pelo ser humano possam ser interligados em um sistema. Os dispositivos serão capazes de detectar, comunicar e processar dados para um sistema gerenciador.

A verdade é que a Internet das coisas possibilita inúmeras oportunidades e conexões, muitas das quais ainda não se consegue imaginar, nem entender completamente, seu impacto nos dias de hoje. No entanto, este novo paradigma tecnológico, procura-se buscar um planeta mais inteligente e responsivo.

Diante de um fenômeno tão transformador e de geração de impacto na sociedade, modificando de forma significativa as atividades das pessoas e das empresas, achou-se por bem explorá-lo na

Disciplina de Tópicos Avançados em Redes de Computadores.

A tecnologia IoT foi abordada didaticamente em sala de aula e o objetivo era que os alunos explorassem o tema, de forma não ortodoxa, utilizando novas tecnologias e preferencialmente soluções *freeware*. Foi delineada uma linha de raciocínio de como explorar o tema e deixado a critério de cada aluno de como abordá-lo. A estratégia deu margem a várias ideias inovadoras, dentre elas, o projeto “Vou de ônibus”.

O projeto foi idealizado a partir de uma necessidade detectada pelo autor ex-usuário de um sistema de transporte, disponibilizado pela prefeitura da localidade onde residia. Este sistema tem o objetivo de transportar alunos entre duas localidades, distantes cerca de 55 Km, para que os mesmos possam ter acesso a cursos, de diversas instituições de ensino, que não estão disponíveis em sua localidade de origem. A proposta do serviço é considerada positiva pelos alunos, mas não os atende adequadamente. Há dias em que a quantidade de ônibus para o transporte é insuficiente e há dias em que quase não há alunos a serem transportados, havendo alocação de recurso desnecessário por parte da prefeitura. Uma melhor distribuição entre o número de alunos que irão se deslocar e o número de ônibus alocados, sem sombra de dúvidas, representa a prestação de um melhor serviço, assim como melhor administração e gestão de recursos públicos.

O projeto - Vou de ônibus

O projeto Vou de ônibus, visa otimizar recursos públicos utilizados no transporte universitário entre duas cidades do Estado do Paraná, Brasil, fornecido diariamente aos acadêmicos locais por uma das prefeituras em questão.

O objetivo do projeto é determinar o número parcial de alunos que irá utilizar o transporte em determinado dia da semana, uma vez que há usuários que utilizam o transporte esporadicamente ou em dias alternados. Para tanto, foi disponibilizado um questionário Digital, respondido diariamente pelo acadêmico. A Secretaria Municipal de Transporte recebe estas informações, em tempo real, para cálculo do número de veículos necessários ao transporte acadêmico, de acordo com a demanda real. Além disso os usuários do sistema Vou de ônibus poderão acompanhar, também em tempo real, o número parcial de acadêmicos que irão utilizar o transporte no dia.

Foram desenvolvidas e estão disponíveis duas ferramentas para a coleta das respostas da pesquisa: através da Internet, utilizando um *site*, e através de um aplicativo, desenvolvido para *smartphones*, que possuem o sistema operacional

Android, ambas disponibilizadas gratuitamente para os usuários.

O código-fonte utilizado para desenvolvimento do projeto está na plataforma colaborativa de hospedagem de código-fonte, GitHub.

O projeto encontra-se em fase de testes. A data de duração dos testes pode ser alterada dependendo da aprovação da pesquisa pelos acadêmicos.

Salienta-se a colaboração dos acadêmicos em responder o formulário da pesquisa, diariamente e corretamente, pois é por meio das respostas através do Formulário Digital, que a Secretaria Municipal de Transporte irá otimizar os recursos públicos assim como garantir melhor qualidade no transporte para os alunos.

O código-fonte será doado à prefeitura, para que o projeto possa ser futuramente aperfeiçoado e adaptado a novas necessidades.

Metodologia

O público alvo do projeto são os acadêmicos que utilizam, diariamente, o transporte universitário entre duas cidades. Para realizar a pesquisa foi criada uma aplicação disponível para a plataforma *Web*, e para *smartphones* com sistema operacional Android. A aplicação para a plataforma *Web* foi desenvolvida a fim de disponibilizar a solução para os estudantes que não possuam *smartphone* com sistema operacional Android.

A aplicação *Web* e aplicativo para *smartphone* foram desenvolvidos utilizando a linguagem de programação JavaScript, a linguagem de estilização (*Cascading Style Sheets - CSS*), a linguagem de marcação de hipertexto (*HyperText Markup Language - HTML*) e, a plataforma analítica para Internet das Coisas ThingSpeak.

Ambas versões compartilham o mesmo código-fonte. O código-fonte foi desenvolvido utilizando o *Ionic Framework*. O *Ionic* utiliza tecnologias *Web* (*CSS*, *HTML* e *JavaScript*), o que possibilitou a criação de uma versão *Web* e do aplicativo, utilizando o mesmo código-fonte.

Ionic Framework

Ionic é um *framework open source* utilizado para o desenvolvimento de aplicações híbridas utilizando ferramentas de desenvolvimento *Web* (*JavaScript*, *HTML* e *CSS*).

Aplicativos híbridos são pequenos *websites* executando por meio de linha de comando em um navegador. Realizam o acesso às ferramentas nativas da plataforma por meio de *plugins*, como, acesso a câmera, de um *smartphone*. Há alguns benefícios no desenvolvimento de aplicações híbridas em relação aos aplicativos nativos: estão relacionados ao suporte a diferentes plataformas,

velocidade do desenvolvimento e o uso de códigos-fonte de terceiros para o desenvolvimento.

O *framework Ionic* fornece uma interface nativa para os elementos visuais dos sistemas operacionais *iOS* e *Android*. Entretanto, como o *Ionic* é um *framework* para desenvolver aplicações utilizando a linguagem *HTML5*, é necessário utilizar empacotadores como *Apache Cordova* ou *PhoneGap* para executar como uma aplicação nativa.

As aplicações desenvolvidas a partir do *framework Ionic* não executam em navegadores como *Chrome* ou *Safari*, mas executam em baixo nível por meio de linha de comando em ferramentas como o *iOS UIWebView* e *Android WebView*, sendo empacotados por ferramentas como o *Apache Cordova/PhoneGap* (*Drifty Co*, 2017).

Linguagem de marcação HTML

A Linguagem de Marcação para Hipertexto (*HyperText Markup Language - HTML*) pode ser utilizada para criar páginas *Web* independentes do tipo de conteúdo. O conteúdo pode ser um conjunto de imagens, gráficos, texto, áudio ou vídeo (*Prescott & Torres*, 2015). Sendo necessário um navegador (e.g. *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Opera*, *Internet Explorer*, *Microsoft Edge*), que é um programa destinado a visualizar documentos desenvolvidos com linguagem de marcação, ou seja, páginas para a *Web* (*Silva*, 2008).

O *HTML* se tornou um padrão para desenvolvimento de *websites* na Internet, por ser uma linguagem de marcação, de fácil aprendizagem, que pode ser escrita utilizando um simples editor de textos (*Quierelli*, 2012). É escrito de forma declarativa por meio de comandos chamados *tags*. As *tags* permitem que linhas de texto ou similares apontem para informações na Internet (*Prescott & Torres*, 2015). Esses apontamentos formam interligações entre os documentos *Web*, possibilitando a um internauta acessar as páginas na Internet através de tais interligações. O *HTML* encontra-se em sua quinta versão, popularmente conhecida como *HTML5*. “O *HTML5* permite criar aplicações *Web* que podem interagir com os dados locais e com servidores mais facilmente do que nunca” (*Prescott & Torres*, 2015). O *HTML5* não necessita de APIs ou *plugins* proprietários, sendo essa a principal diferença em relação as suas versões anteriores. Com isso, são evitados prováveis problemas de incompatibilidade e o carregamento das páginas se torna mais leve e fácil.

Linguagem de estilização CSS

A folha de estilo em cascata (*Cascading Style Sheet - CSS*), é uma linguagem que descreve os estilos de um documento *HTML*. O *CSS* descreve como os elementos *HTML* (e.g. fontes, cores, *layout* e fontes) irão ser alocados dentro de uma página *Web*. Isso

permite que uma página se adapte a tipos diferentes de dispositivos, tais como, dispositivos com telas grandes e pequenas ou impressoras (W3C, 2017).

A linguagem CSS foi desenvolvida para devolver ao HTML/XML o propósito inicial da linguagem, ou seja, a marcação e estruturação de conteúdo. Portanto, não é responsabilidade da linguagem HTML fornecer informações as páginas *Web* sobre a apresentação dos elementos (e.g. cores de fonte e tamanho de textos). Logo, cabe a linguagem CSS todas as definições da estilização para a apresentação do documento (Silva, 2011).

A primeira proposta de implementação das CSS aconteceu em 1994. Atualmente, o CSS se encontra em sua terceira versão, CSS3. Nesta versão, o CSS é dividido em módulos, que diferentemente das versões anteriores, formavam um único documento. No CSS3 cada módulo é desenvolvido de forma independente e segue seu cronograma próprio. Deste modo, os fabricantes podem começar a implementar funcionalidades de módulos em fases de desenvolvimento mais adiantadas. Este desmembramento contribui para que a maioria dos navegadores *Web* apresentem suporte às propriedades do CSS3 (Silva, 2011).

Linguagem de programação JavaScript

A linguagem de marcação HTML não possui funcionalidades avançadas de interatividade com às páginas. Deste modo, a linguagem “JavaScript foi criada pela Netscape em parceria com a Sun Microsystems, com a finalidade de fornecer um meio de adicionar interatividade a uma página *Web*” (Silva, 2010).

A linguagem JavaScript é importante porque é a linguagem dos navegadores *Web*. Ela também é uma das linguagens de programação mais populares no mundo (Crockford, 2008). A linguagem JavaScript foi criada para executar no lado do cliente, ou seja, é utilizado um interpretador JavaScript presente dentro do navegador do usuário para fazer a interpretação e promover a execução dos *scripts*. Em tese, é necessário apenas um navegador para fazer funcionar os *scripts* desenvolvidos com a linguagem JavaScript (Silva, 2010).

Com a linguagem JavaScript é possível definir, alterar e controlar de forma dinâmica a apresentação de um documento HTML, tal como alterar a cor de fundo, de textos e *links*, alterar o posicionamento dos elementos HTML no documento, manipular as folhas de estilo, associada ao documento HTML, e criar novas regras CSS, alterá-las ou anulá-las. Ainda, é possível manipular o comportamento do navegador, como criar janelas *pop-up*, apresentar mensagens ao usuário, alterar as dimensões do navegador, entre outros comportamentos. A linguagem JavaScript permite realizar validações instantâneas em formulários, realizar cálculos e fornecer dicas para o

preenchimento dos mesmos. Todas estas operações realizadas pelo JavaScript executam dentro de um evento de *loop* no navegador, o que permite ver alterações nos documentos instantaneamente.

Outra característica importante da linguagem JavaScript é o suporte ao paradigma de orientação a objetos, em inglês, *Object-Oriented Programming (OOP)*. A linguagem simula muitos fundamentos de OOP, mas não está plenamente alinhada com todos os conceitos de orientação a objetos. Ainda, possui uma notação literal poderosa, que permite a criação de objetos, apenas listando seus componentes. A notação serviu de inspiração para a concepção do formato de dado JSON utilizado na transmissão de dados atualmente (Crockford, 2008).

Plataforma ThingSpeak

ThingSpeak é uma plataforma analítica da Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*), *open source*, que permite coletar, visualizar e analisar fluxos de dados em tempo real na nuvem (The MathWorks, Inc, 2017).

A plataforma ThingSpeak permite ao usuário coletar e guardar dados de sensores na nuvem e desenvolver aplicações para Internet das Coisas. Além disso, a ferramenta disponibiliza aplicativos para analisar e visualizar dados no MATLAB de forma instantânea, e então tomar decisões sobre os mesmos. Os dados podem ser coletados por dispositivos Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, e outros tipos de *hardware*.

Através dos recursos desta plataforma foi possível disponibilizar as informações em tempo real para os estudantes e para o grupo de gestão do sistema de transporte da prefeitura.

ThingSpeak dispõe de algumas funcionalidades (The MathWorks, Inc, 2017):

- Fácil configuração de dispositivos para envio de dados para a plataforma, utilizando protocolos populares da Internet das Coisas;
- Visualização dos dados de um sensor em tempo real;
- Agregar dados sob demanda de fontes de terceiros;
- Utilizar os recursos do MATLAB para compreender os dados recebidos;
- Executar de forma automática análise em dados por meio de horário ou eventos pré-estabelecidos;
- Prototipar e desenvolver sistemas para Internet das Coisas sem ser necessário configurar servidores ou desenvolver *softwares Web*;
- Atualizar automaticamente os dados e compartilhá-los usando serviços de terceiros, como o Twilio ou Twitter.

O aplicativo para Android

O aplicativo foi desenvolvido utilizando as tecnologias acima apresentadas. Como resultado é possível conferir as telas iniciais do aplicativo na Figura 1. Essas telas informam o objetivo do projeto, as empresas participantes e como o projeto irá funcionar.

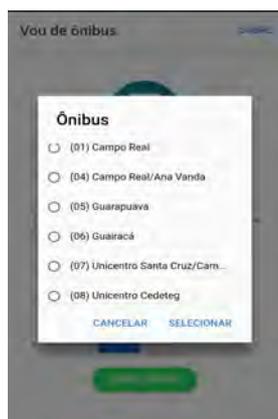
Figura 1. Telas iniciais.



Fonte: Autoria própria.

A tela para selecionar qual é número do ônibus utilizado no transporte acadêmico que será utilizado em determinado dia, se apresenta na Figura 2.

Figura 2. Tela para selecionar transporte.



Fonte: Autoria própria.

Aplicação para navegadores Web

Utilizando o mesmo código-fonte do aplicativo para *smartphone* Android, foi desenvolvido uma versão para navegadores. Com esta versão espera-se alcançar um número maior de acadêmicos os quais não possuem *smartphones* com sistema operacional Android. A versão para navegadores *Web*, pode ser acessada por meio dos sistemas operacionais iOS, MacOSX, Windows Phone, Windows, Ubuntu, entre outros. A Figura 3 apresenta a versão para navegadores *Web*.

Figura 3. Versão para navegadores *Web*.



Fonte: Autoria própria.

Resultados Preliminares

Os dados coletados por meio do aplicativo e a versão *Web* do projeto, estão sendo armazenados na plataforma ThingSpeak. A armazenagem dos dados é feita por meio de três canais configurados na plataforma. Cada um dos canais armazena um dado. Por meio do cruzamento dos dados é gerada a informação adequada para determinar a quantidade de acadêmicos que irão utilizar o transporte público em um determinado dia e a quantidade de ônibus que irão ser utilizados pelos acadêmicos. Ainda, é possível acessar um histórico dos dados armazenados.

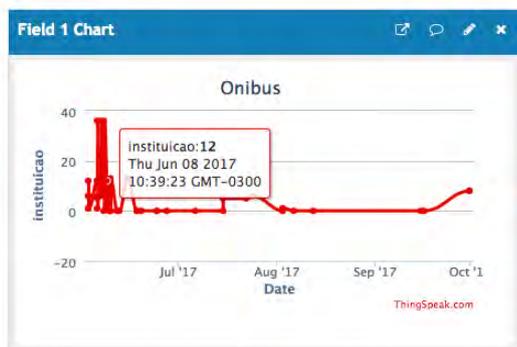
Os dados são coletados da seguinte forma: cada ônibus utilizado para o transporte acadêmico possui um número/identificação. Deste modo quando o acadêmico seleciona o número do ônibus que irá utilizar junto com a resposta "Sim" ou "Não", esses dados são enviados para seus respectivos canais na plataforma ThingSpeak.

O aplicativo e a versão *Web* requisitam os dados armazenados na plataforma ThingSpeak. Esses dados são processados e apresentados, por meio de funções elaboradas utilizando a linguagem de programação JavaScript, em tempo de processamento pelas duas versões do projeto.

Os dados também podem ser acompanhados diretamente por meio de gráficos acessando a plataforma ThingSpeak. Cada um dos três canais gera um gráfico a partir dos dados recebidos. Os gráficos gerados são apresentados em relação ao tempo em que o dado é recebido na plataforma.

Um dos gráficos contendo resultados preliminares pode ser conferido no gráfico apresentado na Figura 4.

Figura 4. Gráfico contendo resultados preliminares.



Fonte: Autoria própria.

Conclusão

A técnica adotada em sala de aula motiva o aluno a elaborar soluções criativas, facilitando que o mesmo desenvolva habilidades ao explorar novas ferramentas no contexto do tema abordado.

Ao estimular o aluno a usar sua capacidade criativa, apenas orientando, se evidencia o quanto de novos métodos e técnicas são possíveis de serem abordados em sala de aula. Realidade esta, que fica limitada se ficar apenas a cargo do professor.

Foi desenvolvido um projeto baseado em IoT com ferramentas *open source* que pode ser aplicado em diversos ambientes, e disponível para o maior número de usuários.

A experiência mostra que não são necessários investimentos ou soluções complexas. Através de ferramentas *open source*, interesse e criatividade, são possíveis resultados promissores e eficientes em relação a otimização de recursos públicos.

Referências

- Bhaddurgatte, R. C., & Kumar, V. (2015). Review: QoS Architecture and Implementations in IoT Environment. *Research & Reviews: Journal of Engineering and Technology*, 6–12.
- Crockford, D. (2008). *JavaScript: The Good Parts: The Good Parts*. O'Reilly Media. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=PXA2bby0oQ0C>>
- Drifty Co. (2017). The top open source framework for building amazing mobile apps. Disponível em <<https://ionicframework.com/>>. Acesso em outubro de 2017
- Prescott, P., & Torres, P. A. F. M. (2015). *HTML 5*. Babelcube Incorporated. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=5OyNCgAAQBAJ>>
- Quierelli, D. A. (2012). *Criando sites com HTML-CSS-PHP: Construindo um projeto - Iniciante*. Clube de Autores. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=TDZJ2AFV108C>>
- Silva, M. S. (2008). *Criando Sites com HTML: Sites de Alta Qualidade com HTML e CSS*. Novatec Editora. Disponível em <https://books.google.com.br/books?id=_HBVQ-w5ZcoC>
- (2010). *JavaScript - Guia do Programador: Guia completo das funcionalidades de linguagem JavaScript*. NOVATEC. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=BB9WDQAAQBAJ>>
- (2011). *CSS3: Desenvolva aplicações web profissionais com uso dos poderosos recursos de estilização das CSS3*. NOVATEC. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=EEOZAAwAAQBAJ>>
- The MathWorks, Inc. (2017). Understand Your Things. Disponível em <https://thingspeak.com/pages/learn_more>. Acesso em outubro de 2017
- Tonon, R. Revistagalileu, (2017). Disponível em <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT338454-17773,00.html>>.
- W3C. (2017). HTML & CSS. Disponível em <<https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>>. Acesso em outubro de 2017



OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Un Caso de Aplicación

Virtual Learning Objects in the Teaching of Physics: A Case of Applying

VICTOR DANIEL GIL VERA

Universidad Católica Luis Amigó, Colombia

KEY WORDS

*Exact and Natural Sciences
Physics
Artificial intelligence
Virtual Learning Objects
Pedagogy*

ABSTRACT

Virtual Learning Objects (VLO) as a branch of artificial intelligence applied seek to emulate a human teacher both in its know how in their pedagogical and communicative skills. These allow interact with the knowledge at any time and place only to have a mobile or desk device (laptop, smartphone, tablet, Ipad, etc.) without the need to go in person to master classes. The objective of this paper is to present a VLO for the teaching of physics mechanics, specifically is oriented at university students of first semesters and vocational education. The VLO contains the main themes dictated in a mechanics physics course: kinematic, rectilinear and circular movement, work, strength and energy. This paper concludes that, the VLO have the ability to transform the traditional process of teaching and learning and turn it into an agile, flexible and didactic process, facilitating the understanding and the acquisition of new knowledge.

PALABRAS CLAVE

*Ciencias exactas y naturales
Física
Inteligencia artificial
Objetos virtuales de
aprendizaje
Pedagogía*

RESUMEN

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como rama de la inteligencia artificial aplicada buscan emular a un docente humano tanto en su saber cómo en sus habilidades pedagógicas y comunicativas. Estos permiten interactuar con el conocimiento en cualquier momento y lugar únicamente con tener un dispositivo móvil o de escritorio (laptop, smartphone, tablet, Ipad, etc.) sin necesidad de acudir presencialmente a clases magistrales. Este trabajo tiene como objetivo presentar un OVA para la enseñanza de la física mecánica, específicamente está enfocado a estudiantes universitarios de primeros semestres y de media vocacional. El OVA contiene las principales temáticas dictadas en un curso de física mecánica: cinemática, movimiento rectilíneo, circular, trabajo, fuerza y energía. Se concluye que los OVA tienen la habilidad de transformar el proceso de tradicional de enseñanza aprendizaje y convertirlo en un proceso ágil, flexible y didáctico, facilitando la comprensión y la adquisición de nuevo conocimiento.

Introducción

EN la mayoría de universidades de América latina la enseñanza de la física se ha convertido en una tarea compleja debido a la falta de familiaridad que tienen los estudiantes con los conceptos y teorías en las que se fundamenta. Sumado a esto, la implementación de estrategias pedagógicas y didácticas inadecuadas por parte de los docentes genera poca motivación en los estudiantes, situación que se ve reflejada en las bajas calificaciones obtenidas por los mismos y en las altas tasas de mortalidad académica y deserción estudiantil. Actualmente, la cantidad de estudiantes que optan por estudiar programas de física pura en universidades de América latina es considerablemente bajo si se hace un comparativo con universidades europeas, americanas o asiáticas (Areppim, 2017).

Este trabajo tiene como objetivo presentar el objeto virtual de aprendizaje (OVA) "*Physique Virtuel*" para la enseñanza de la física. Los OVA permiten emular las capacidades de los docentes humanos, tanto en su conocimiento como en sus habilidades para transmitirlo. El OVA desarrollado puede ser descargado y utilizado de manera gratuita desde un ordenador o dispositivo móvil con sistema operativo Android o iOS que tenga acceso a internet. "*Physique Virtuel*", reúne las principales temáticas dictadas en un curso de física mecánica; cinemática, velocidad relativa, movimiento parabólico, dinámica, poleas y trabajo y energía.

Para la construcción del OVA en primer lugar se identificaron las principales temáticas dictadas en cursos de física en programas de ingeniería y afines. Posteriormente se construyeron los módulos de: conocimiento, alumno, pedagógico y didáctico, por último, se construyó la interfaz. Para la construcción del OVA se empleó el software de código fuente abierto, XOT, desarrollado por la Universidad de Nottingham, el cual permite construir recursos educativos interactivos y contenidos *e-learning*.

Se concluye que, los recursos interactivos incrementan la motivación y el interés por aprender de los estudiantes, específicamente los OVA permiten evolucionar el proceso tradicional de enseñanza aprendizaje, ya que se le da más libertad al estudiante de acceder al conocimiento en el momento y lugar que desee, sin tener que estar presencialmente en un aula de clase o tener que interactuar directamente con un docente o tutor humano.

Objetos virtuales de aprendizaje

Los OVA son fragmentos discretos de materiales o actividades de aprendizaje reutilizables que pueden articularse con otros objetos de aprendizaje para crear un entorno de aprendizaje (Koppi, Bogle, & Bogle, 2005). La reutilización es un atributo común de los OVA (DA Wiley, 2003). Otra característica de estos es que son re-contextualizables, lo que significa que pueden ser utilizados en diferentes contextos según lo determine el docente y/o el alumno (Hodgins, 2002). Los OVA también pueden ser entendidos como entidades digitales, auto contenidas y reutilizables con un contenido claramente instructivo, que contiene al menos tres componentes internos y editables: contenido, actividades de aprendizaje y elementos de contexto (Chiappe Laverde, Segovia Cifuentes, & Rincón Rodríguez, 2007). En resumen, los OVA son unidades de contenido autónomas que tienen un propósito instructivo y puede reutilizarse en diferentes plataformas sin restricciones ni problemas de compatibilidad (López, de la Prieta, Ogihara, & Wong, 2012).

Los OVA están conformados por los siguientes componentes o módulos: conocimiento, alumno, pedagógico y didáctico. El módulo de conocimiento o base de conocimiento (BC), almacena todo el repositorio de información; teorías y conceptos. El módulo del alumno identifica el estado cognitivo del estudiante, es decir, lo que sabe y lo que no, y a partir de esto adapta las preguntas y actividades que se le presentarán, es decir, modela el estado mental del estudiante y su proceso evolutivo. El módulo pedagógico almacena los mecanismos de resolución de problemas y es el responsable de adaptar el módulo didáctico según la información recopilada en el módulo del alumno. El módulo didáctico cumple la función de docente y es el responsable de decidir el tipo de tareas que se le presentan al estudiante. Además, es el responsable de la activación de la interfaz, que es el medio a través del cual se presenta el OVA al estudiante. Este módulo almacena las decisiones del docente (Gil & Awad, 2015). La interfaz almacena todos los recursos multimedia; imágenes, sonidos, animaciones, videos, los cuales hacen más atractivo su uso por parte de los estudiantes. Según Wiley (2002), existen cinco tipos de objetos de aprendizaje (OVA): fundamental, combinado - cerrado, combinado - abierto, generativo presencial, generativo instruccional. La Tabla 1, presenta las principales características de cada uno:

Tabla 1. Tipos de Objetos Virtuales de Aprendizaje

Característica	Fundamental	Combinado Cerrado	Combinado Abierto	Generativo Presencial	Generativo Instruccional
Nº de elementos combinados	Uno	Algunos	Muchos	Algunos Muchos	Algunos Muchos
Tipo de elementos contenidos	Individual	Individual Combinado cerrado	Todo	Individual Combinado cerrado	Individual Combinado cerrado Presentación generativa
Componentes Reutilizables	No Aplica	No	Sí	Si/No	Si/No
Funciones comunes	Exhibida	Pre-diseñada	Pre-diseñada	Exhibida	Generada por el computador
Dependencia	No	No	Sí	Si/No	Sí
Lógica	No Aplica	Ninguna	Ninguna	Dominio específico	Estrategias de evaluación
Reutilización inter - contextual	Alto	Medio	Bajo	Medio	Alto
Reutilización intra - contextual	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto

Fuente(s): elaboración del autor adaptado de (David Wiley, 2002)

OVA para la enseñanza de la física: trabajos relacionados

En la revisión del estado del arte se encontró que los OVA son de gran utilidad en la enseñanza de las ciencias de la salud y en las ciencias exactas y naturales: medicina, enfermería, matemáticas, estadística, química y biología. La Tabla 1, presenta algunas aplicaciones web enfocadas a la enseñanza de la física:

Tabla 2. Aplicaciones relacionadas

Nombre	Desarrollador
Complete Physics	ToscanyTech
Physics Notes	iStudentWorld
Physics O-Level	Lightnotes
Basic Physics	Appsoft Infotech
Física	MAPdroid
Physics	Wolfram Group
Mobile Physics	Mobiscreen
Física APplicada	Lysergeek Dev

Fuente(s): elaboración del Autor.

La mayoría de estas aplicaciones no son de libre acceso, contienen recursos interactivos limitados y se centran únicamente en presentar conceptos y teorías en texto plano, lo que hace poco atractivo su uso.

Metodología

En primer lugar, se identificaron las principales temáticas dictadas en cursos de física mecánica en programas de ingeniería; de la búsqueda se seleccionaron las temáticas comunes las cuales fueron: magnitudes y dimensiones, vectores,

cinemática, movimiento parabólico, dinámica, poleas y trabajo y energía. Posteriormente se procedió con la construcción de la base de conocimiento (BC), la cual reúne todo el contenido temático que se presentará al estudiante. El módulo del alumno fue construido considerando los estilos de aprendizaje de los estudiantes, para ello se empleó el "Index of Learning Styles Questionnaire" desarrollado por "North Carolina State University". También se consideraron las calificaciones obtenidas por los mismos en cursos de matemáticas básicas y operativas, ya que por lo general los estudiantes que tienen dificultades con esta asignatura también presentan problemas en la asignatura de física mecánica. En la construcción del módulo pedagógico se definieron las reglas de inferencia que fundamentan los mecanismos de resolución de problemas. El módulo pedagógico fue construido considerando el nivel que tienen los estudiantes, el cual varía dependiendo de la información almacenada en el módulo del alumno. Finalmente, la interfaz fue construida con recursos multimedia y actividades interactivas que hacen más fácil y divertido el proceso de aprendizaje.

Caso de aplicación

Los requisitos de uso de "Physique Virtuel" son: tener una versión de Adobe Flash Player 12.0 o superior, contar con un dispositivo móvil con sistema operativo Android / iOS y un navegador web (Google Chrome /Mozilla Firefox/Internet Explorer/Opera). El OVA funciona para los sistemas operativos Windows y Linux. La Tabla 1, presenta los tópicos o unidades temáticas del OVA:

Tabla 3. Contenido

	Temáticas
Unidad 1	Magnitudes y dimensiones
Unidad 2	Vectores
Unidad 3	Cinemática (movimiento rectilíneo, plano, relativo, coordenadas cartesianas)
Unidad 4	Leyes de Newton y aplicaciones (tipos de fuerzas, fricción)
Unidad 5	Trabajo y energía
Unidad 6	Momentum (masa y centro de masa, masa, densidad, colisiones)
Unidad 7	Equilibrio de cuerpo rígidos (torque, sistemas de fuerzas,
Total	7

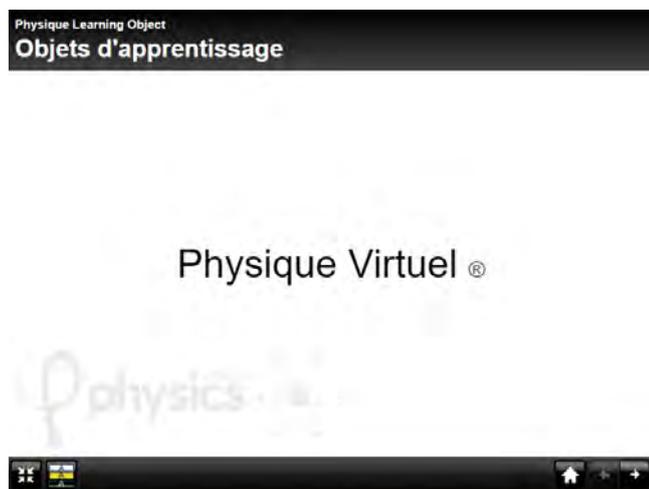
Fuente(s): elaboración del autor

Para acceder a “Physique Virtuel”, se debe descargar el contenido del siguiente enlace y ejecutar el archivo index.htm:

https://www.dropbox.com/s/bzcdx8rki2v5z0o/Physique_Virtuel.zip?dl=0

Una vez ejecutado el archivo index.htm “Physique Virtuel” presenta una serie de preguntas que tienen como finalidad conocer el estado cognitivo del alumno (fortalezas y debilidades de conocimiento y estilos de aprendizaje). A partir de ello el OVA adapta automáticamente los contenidos y actividades para que posteriormente el usuario seleccione la temática y la unidad que desee conocer. Dependiendo del área seleccionada, presenta el contenido temático y las actividades que buscan evaluar la adquisición y dominio de la teoría por parte del estudiante. La Figura 1, presenta la interfaz inicial del OVA:

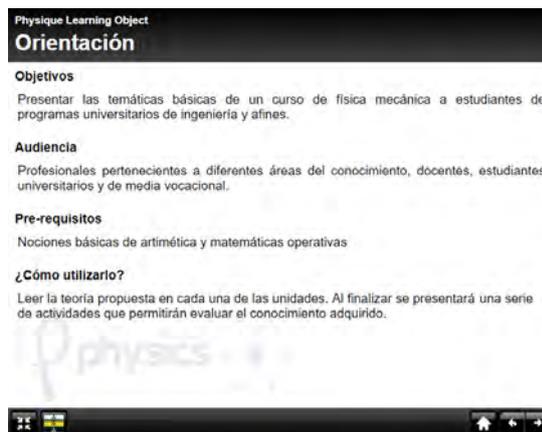
Figura 1. Interfaz Inicial



Fuente(s): elaboración del autor.

La Figura 2 presenta la segunda interfaz del OVA, en la cual se presentan los objetivos, audiencia, pre-requisitos y cómo utilizarlo.

Figura 2. Orientación.



Fuente(s): elaboración del autor.

La Figura 3 presenta las unidades temáticas de “Physique Virtuel”.

Figura 3. Unidades.



Fuente(s): elaboración del autor.

La Figura 4 presenta la Actividad 1 perteneciente a la Unidad 3. Cinemática:

Figura 4. Actividad 1.



Fuente(s): elaboración del autor.

En la Figura 5 presenta la actividad 2 correspondiente a la Unidad 3.

Figura 5. Actividad 2.



Fuente(s): elaboración del autor.

Los diferentes tipos de actividades que se presentan en el OVA son:

- *Diagramas interactivos*: el usuario interactúa con diagramas interactivos previamente rotulados.
- *Categorías*: el usuario ordena elementos en una serie de categorías preestablecidas.
- *Dialogos*: el usuario interactúa en un diálogo con el sistema tutoriado inteligente a través de preguntas automatizadas y preestablecidas.
- *Arrastrar y ubicar etiquetas*: el usuario arrastra etiquetas y las ubica en el espacio correspondiente.
- *Completación*: el usuario completa manualmente el texto de un párrafo incompleto.
- *Imágenes interactivas*: el usuario selecciona un punto específico de una imagen para conocer su explicación en detalle.
- *Apareamiento textual*: el usuario hace coincidir imágenes con fragmentos de texto.
- *Quiz*: el usuario presenta una evaluación que comprende una serie de preguntas de única o múltiple respuesta.
- *Preguntas de estimulación*: el sistema tutoriado inteligente presenta al usuario una pregunta la cual debe ser respondida por el mismo. Posteriormente el sistema tutoriado inteligente presenta la retroalimentación respectiva.
- *Líneas de tiempo*: el usuario crea líneas de tiempo interactivas.

Una vez finalizadas las actividades de cada una de las unidades el usuario presenta un Quiz, el cual se evalúa en una escala de 0 a 100. La Tabla 2 presenta la escala de valoración:

Tabla 4. Escalas de valoración

Rango	Valoración
[0 - 20)	Deficiente
[20 - 40)	Insuficiente
[40 - 60)	Aceptable
[60 - 80)	Sobresaliente
[80 - 100)	Excelente

Fuente(s): Elaboración del autor.

Discusión y Validación

Para la validación del "Physique Virtuel", se realizó un test a 50 estudiantes del curso de física mecánica en el "Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid" en la ciudad de Medellín, Colombia acerca de movimiento rectilíneo uniforme y acelerado. Se emplearon dos grupos, cada uno con 25 estudiantes. Los estudiantes del grupo A utilizaron "Physique Virtuel" en sus ordenadores y dispositivos móviles, los estudiantes del grupo únicamente recibieron clases magistrales. La prueba contenía cinco preguntas y tenía 140 minutos de duración. Las calificaciones obtenidas fueron valoradas en una escala de 0.0 a 5.0. La Tabla 3, presenta las principales medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) de cada grupo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Tabla 5. Estadísticos descriptivos

Grupo A		Grupo B	
Media	4.2	Media	3.7
Error típico	0.08	Error típico	0.13
Mediana	4.1	Mediana	3.8
Moda	3.9	Moda	3.4
Desviación estándar	0.49	Desviación estándar	0.55
Varianza	0.24	Varianza	0.3
Rango	2.3	Rango	2.5
Min	2.5	Min	1.8
Max	4.8	Max	4.3

$$\bar{X}_A = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 4,16 \text{Fuente(s): elaboración del}$$

$$\text{autor } S_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 3,66$$

$$\bar{X}_B = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 0.54$$

$$S_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.7$$

Los estudiantes de grupo A tuvieron mejores resultados que los del grupo B ($XA > XB$). Las calificaciones de los estudiantes del grupo B tuvieron mayor dispersión ($SA < SB$). Una vez culminada la prueba se realizó una encuesta de satisfacción a los 25 estudiantes que utilizaron "Physique Virtuel", y al docente de la asignatura que realizó la prueba (Anexo 1). La mayoría de los estudiantes encuestados manifestaron que podían estudiar con facilidad desde sus celulares y dispositivos móviles sin tener que ir presencialmente donde el docente del curso, ya que el OVA les brindaba retroalimentaciones que les permitía identificar sus errores. También manifestaron agrado por las actividades y recursos interactivos.

El docente de la asignatura manifestó que los estudiantes se veían más atraídos y motivados a utilizar "Physique Virtuel", que recibiendo una clase magistral. La integración del ITS con dispositivos móviles les permitió a los estudiantes familiarizarse más fácilmente con la temática evaluada, lo que permitió romper con el sistema tradicional de enseñanza. Sin embargo, a algunos estudiantes se les hizo difícil adoptar el ITS y solicitaron asesoría personalizada.

Conclusiones

El bajo rendimiento académico que se presenta en los cursos de física (mecánica, electricidad y magnetismo, ondas y óptica) en universidades de América Latina, permite ver que no se están implementando estrategias pedagógicas y didácticas adecuadas que permitan a los estudiantes

entender con facilidad y apropiarse de los conceptos y teorías. El alto nivel de abstracción dificulta a los estudiantes ver su aplicabilidad en la vida real, razón por la cual la mayoría de ellos cursan estas asignaturas para cumplir con el pensum del programa al que pertenecen y una vez aprobada no vuelven a interactuar con la misma.

Gracias al desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de la última década, los docentes cuentan con una gran cantidad de herramientas virtuales que les permiten transformar el modelo tradicional de enseñanza aprendizaje. Considerando que no todos los docentes saben de programación de computadores, existen en la actualidad programas de libre acceso (*open source*) que permiten a los docentes construir fácilmente objetos de aprendizaje, lo que les permite centrarse únicamente en los aspectos pedagógicos y didácticos sin tener que preocuparse por aspectos técnicos y de desarrollo.

En la actualidad, las clases magistrales en las cuales el docente únicamente contaba con un pizarrón para transmitir su conocimiento, hoy en día están siendo reemplazadas por MOOCs (*Massive Open Online Courses*) en los cuales se les da más libertad a los estudiantes de interactuar con el conocimiento. Estos cuentan con una gran cantidad de recursos multimedia que hacen más fácil a los estudiantes entender conceptos y ver su utilidad en la realidad. Uno de estos recursos multimedia son los OVA, los cuales imitan a los docentes humanos y tienen la capacidad de brindar retroalimentaciones de manera automática, eliminando el requisito de la educación presencial.

Referencias

- Areppim. (2017). Global Ranking of Academic Subjects 2017 Physics. Retrieved March 20, 2018, from http://stats.areppim.com/listes/list_unix500_2017.htm#Physics2017
- Chiappe Laverde, A., Segovia Cifuentes, Y., & Rincón Rodríguez, H. Y. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55(6), 671–681. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9059-0>
- Gil, V., & Awad, G. (2015). Implementation of an intelligent tutorial system for socioenvironmental management projects. *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile Learning 2015, ML 2015*, 1, 11–18. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84944096661&partnerID=40&md5=86ef2d7cd79069b890c76193af25db6f>
- Hodgins, W. (2002). Learning by design: future of learning objects AUTC Learning Objects. In *Conference, UTS Sydney*. Sydney. Retrieved from www.iml.uts.edu.au/autc/pdf/AUTC_hodgins.pdf
- Koppi, T., Bogle, L., & Bogle, M. (2005). Learning objects, repositories, sharing and reusability. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and E-Learning*, 20(1), 83–91. <https://doi.org/10.1080/0268051042000322113>
- López, V. F., de la Prieta, F., Ogihara, M., & Wong, D. D. (2012). A model for multi-label classification and ranking of learning objects. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 8878–8884. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.021>
- Wiley, D. (2002). *The Instructional Use of Learning Objects*. (and A. for E. C. & Technology, Ed.), *Technology* (1st ed.). Indiana: Agency for Instructional Technology and Association for Educational Communications & Technology. Retrieved from <http://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>
- Wiley, D. (2003). Prepare for IMPACT: learning objects, learning communities and standards. In *Australasian WebCT Conference Gold Coast Queensland* (pp. 21–23). Australia.

ANEXO 1

Se realizó una encuesta de satisfacción a los 25 estudiantes que utilizaron “*Physique Virtuel*” y al docente del curso que desarrolló la prueba.

1. ¿“*Physique Virtuel*” contiene suficiente información acerca de la temática?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

2. ¿La interfaz gráfica de “*Physique Virtuel*” es apropiada?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	70 %
Verdadero	10%
Totalmente falso	8%
Falso	7%
Indecisión	5%
Total	100 %

3. ¿Los videos y animaciones de “*Physique Virtuel*” son apropiados?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	67%
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	8%
Total	100 %

4. ¿Los gráficos “*Physique Virtuel*” son apropiados?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

5. ¿El contenido teórico de “*Physique Virtuel*” es apropiado?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

6. ¿Los enlaces “*Physique Virtuel*” son apropiados?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

7. ¿Las actividades propuestas son consistentes con el objetivo y el contenido de “*Physique Virtuel*”

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

8. ¿El desarrollo de las actividades permiten aprender y son consistentes con los objetivos propuestos?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

9. ¿Los recursos de la práctica y la evaluación permiten apropiarse el contenido de “*Physique Virtuel*”

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

10. ¿El uso de “*Physique Virtuel*” es fácil y divertido?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %



**ESTRATEGIAS APLICADAS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL MODELO A DISTANCIA
QUE PROMUEVEN EL PROCESO DE APRENDIZAJE EN EL ESTUDIANTADO
DE LA CÁTEDRA DE ADMINISTRACIÓN DE LA UNED, COSTA RICA,
PERIODO 2014-2017**

Strategies Applied for the Strengthening of the Distance Model that Promotes the Learning Process
in the Student of Administration of the UNED, Costa Rica, 2014-2017 Period

GUTIÉRREZ DURÁN JOSÉ EDUARDO, GODOY SANDOVAL VICENTE, GARITA GONZÁLEZ GABRIELA
UNED, Costa Rica

KEY WORDS

*Strategies
Virtuality
Evaluation models
Didactic resources
Academic profile
Distance education*

ABSTRACT

The Chair of Administration of the State University at Distance, Costa Rica, reflects on the strategies that have had a positive effect on the distance model, with an orientation in the continuous improvement of learning, approval and autonomy of the student body. The analysis for this research covers the year 2014 to 2017. In this period, the strategies applied and examined are the following: the progressive increase of virtuality, the diversification in the evaluation, the teaching resources and the academic development of the teaching staff. The study yields relevant data that were taken from a population of 23 212 enrollments.

PALABRAS CLAVE

*Estrategias
Virtualidad
Modelos de evaluación
Recursos didácticos
Perfil académico
Educación a distancia*

RESUMEN

La Cátedra de Administración de la Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, reflexiona sobre las estrategias que han tenido un efecto positivo en el modelo a distancia, con una orientación en la mejora continua del aprendizaje, la aprobación y la autonomía del estudiantado. El análisis para esta pesquisa abarca del año 2014 al 2017. En ese periodo, las estrategias aplicadas y examinadas son las siguientes: el aumento progresivo de la virtualidad, la diversificación en la evaluación, los recursos didácticos y el desarrollo académico del profesorado. El estudio arroja datos relevantes que fueron tomados de una población de 23 212 matrículas.

Introducción

La presente investigación se realizó en la Cátedra de Administración, unidad académica que pertenece a la Escuela de Ciencias de la Administración de la Universidad El período que comprende esta investigación es del año 2014 al 2017. La pesquisa reflexiona acerca del efecto que han tenido las estrategias aplicadas de manera integral, con base en cuatro variables específicas: la virtualización, los modelos de evaluación, los recursos didácticos y el perfil docente.

Estatual a Distancia (UNED) de Costa Rica.

Esas cuatro variables están implícitas y giran en torno a las dos modalidades de asignaturas que tiene la Cátedra de Administración: asignaturas presenciales y asignaturas híbridas.

En el caso de la modalidad de las asignaturas presenciales (no tienen componentes ni evaluación en línea), se han aplicado estrategias para fortalecerlas, verbigracia: diversificar los instrumentos de evaluación; actualizar el recurso didáctico (crear nuevo); capacitar y mejorar del perfil docente; y efectuar ajustes en los modelos de evaluación para que sean más pertinentes a la naturaleza de las asignaturas.

En el caso de la modalidad de las asignaturas híbridas (con componentes y evaluación virtual), se han aplicado esas mismas estrategias de las asignaturas presenciales, además del fortalecimiento de las plataformas virtuales, la diversificación de las actividades en línea, la incorporación de nuevos recursos didácticos en línea, la capacitación a los tutores en materia de virtualidad, pedagogía universitaria y mediación.

La investigación proporciona datos relevantes para la Cátedra de Administración, en cuanto a conocer el efecto que ha tenido la aplicación de dichas estrategias en las asignaturas de la cátedra en el período comprendido de estudio. Esto ha permitido identificar las estrategias más funcionales, con el fin de seguir aplicándolas, de una manera cada vez más efectiva, y fortalecer los aspectos necesarios, por ejemplo: la incorporación de elementos virtuales en las asignaturas de modalidad presencial para promover aún más la flexibilidad de la oferta académica que este tipo de modelo ofrece, lo cual también repercute positivamente en la estructura del modelo de evaluación y ofrece una mayor gama de opciones para que los tutores las apliquen en sus procesos de enseñanza.

Marco Teórico

Virtualización

El sistema educativo continúa cambiando, de hecho, se le ha dado prioridad a la integración de la tecnología dentro del currículo en los diferentes niveles de la educación. Para ello, se han promovido

tres valores significativos en el aprendizaje: independencia, creatividad y flexibilidad. Con la incorporación de las TIC, el estudiantado se enfrenta a un nuevo esquema para aprender y el profesor a uno nuevo para su proceso de enseñanza.

Mediante el aprendizaje virtual, se desarrollan diversos tipos y modelos de cursos (presenciales, mixtos o virtuales), que promueven el análisis y la reflexión de lo aprendido, la negociación de significados, la toma de decisiones, el uso de herramientas de comunicación, pero principalmente, la generación de conocimiento colectivos (grupales, cooperativos y colaborativos), con el fin de apoyar las acciones transformadoras y concretas que demanda el entorno social hoy en día (López, 2017, pp. 4-5).

Los entornos virtuales son espacios que facilitan el proceso de aprendizaje por medio del uso de tecnologías de información y de comunicación. Asimismo, es fundamental priorizar los aspectos y elementos que convergen para el logro de la construcción del conocimiento de los estudiantes, el cual es el objetivo último de la mediación pedagógica. La integración de las TIC en los procesos de enseñanza demanda un mayor compromiso de los agentes educativos; por lo tanto, se deben asumir diferentes responsabilidades. Además, si varían los escenarios y los espacios, la construcción colaborativa del conocimiento se debe potenciar aún más; por lo tanto, se recalca la responsabilidad que se adquiere con este tema en cuanto a la planificación y gestión de estos espacios.

En la educación a distancia, el estudiantado y el profesorado están separados físicamente, pero los entornos virtuales de aprendizaje propician la interacción entre las partes. Dado lo anterior, los medios, los materiales didácticos y los recursos didácticos deben estar enfocados en potencializar la comunicación, ya que la idea es fomentar una manera de diálogo que responda interrogantes propias del proceso de aprendizaje (Calvo y Salas, s. f., pp. 42-43).

Modelos de evaluación

En la actualidad, se cuenta con una gran serie de estrategias que permiten orientar, de manera diferente, el progreso de un curso y que le ayudan al estudiante a tener la realimentación en el transcurso de este. En consecuencia, es básico la recolección de evidencias que identifiquen los diversos niveles de desempeño logrados por los estudiantes. Para ello, existen procedimientos de evaluación alternativos que determinan los niveles de ejecución de las competencias que se desean alcanzar.

Se reconocen dos tipos de evaluación en la mayoría de los sistemas educativos: evaluación sumativa y evaluación formativa. Por un lado, la primera obtiene resultados por medio de diferentes procedimientos para otorgarles una calificación a los estudiantes. Algunas características de la evaluación sumativa se citan en seguida: está

referida a normas o a criterios (objetiva); es analítica y convergente; está centrada en el contenido y en la burocracia administrativa; su medición es fragmentada y efectúa la heteroevaluación de productos. Por otra parte, la evaluación formativa obtiene resultados a través de diferentes procedimientos que se utilizan para realimentar a los estudiantes. Algunas características de esta evaluación son las siguientes: refiere a construcción de conocimientos; refiere al desarrollo de competencias; refiere al desarrollo de la comprensión (subjetiva); se enfoca en el alumno; y es holística, divergente y con auto y coevaluación de procesos (López, 2017, pp. 188-190).

En el caso de la Universidad Estatal a Distancia (UNED, de Costa Rica), las asignaturas que se ofrecen en entornos virtuales tienen muchas posibilidades en evaluación con base en las diferentes herramientas de la plataforma, además de otros medios y recursos tecnológicos con que dispone la universidad. Es importante tomar en cuenta que la tecnología es un medio, pero no el fin del proceso de aprendizaje, por eso, es esencial tener claras las posibilidades de las herramientas o de las potencialidades de los diferentes medios, lo cual constituye una de las muchas tareas de los profesores de la universidad (Umaña, s. f., p. 80).

Recursos didácticos

Los recursos para el aprendizaje son medios, apoyos o andamios, soportes con los que se acompaña a los estudiantes para lograr las metas de aprendizaje deseadas. Con el transcurso de los años y con la incorporación de las TIC, los medios o recursos para el aprendizaje han evolucionado y se han desarrollado de manera significativa (López, 2018, p. 106).

Existen recursos educativos abiertos disponibles para que los estudiantes y los profesores los utilicen en los procesos educativos sin tener que pagar derechos por su uso. Tienen mucho potencial porque son gratuitos, aspecto que garantiza su libre uso y, al ser distribuidos por Internet, cualquier persona con una conexión a la web puede accederlos. Los recursos educativos abiertos se organizan en repositorios, es decir, contenedores de materiales que están ordenados con base en diversos tipos de criterios establecidos. Algunos ejemplos de ellos se enlistan aquí: Eduteka, MIT OCW, Connexions, REA Commons, Open Course Ware Consortium, entre otros (Ruiz, Sánchez, Maroto, s. f., pp. 122-123).

Para Bautista, Martínez y Hiracheta (2014), los materiales didácticos favorecen el proceso de aprendizaje en los estudiantes. Además, permiten guiar y motivar, apoyan directamente la construcción del nuevo conocimiento y facilitan el aprendizaje; por tanto, surge la necesidad de elaborar materiales estructurados con estrategias pedagógicas mediante herramientas tecnológicas (2014, pp. 183-194).

Perfil docente

El profesor en educación a distancia tiene una gran responsabilidad y, aún más, con las tendencias actuales, como la integración de propuestas de aprendizaje en línea, las cuales implican una mayor diversidad de recursos tecnológicos con los que se disponen hoy en día, pues se tienen que plantear propuestas educativas innovadoras y significativas. Por esta razón, el papel organizativo del profesorado es de planificador y de coordinador de la logística de la asignatura, a través de la definición de los contenidos y de los objetivos; de la planificación de las estrategias didácticas y evaluativas; del diseño y de la elaboración de materiales, así como de la definición de los tiempos de acción.

En su papel social, un docente debe priorizar la creación de una comunidad de aprendizaje por medio de la potencialización de un marco de confianza, de libertad, de expresión, de respeto, de búsqueda del consenso, además de promover la no discriminación y el bien común. En el papel pedagógico, el profesorado es el primer soporte que tiene el estudiantado para sus consultas académicas y técnicas; además, representa el primer eslabón de soporte en el uso de los recursos tecnológicos (Salas y Umaña, s. f., pp. 53-54).

Metodología

El análisis para esta pesquisa es de naturaleza descriptiva, la cual según Hernández, Fernández y Baptista (2006, p.102), este tipo de estudio está enfocado en medir, evaluar o recolectar datos sobre diversas variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

Propósito del estudio

Examinar las estrategias aplicadas por la Cátedra de Administración para fortalecer el modelo a distancia que el proceso de aprendizaje del estudiantado ha promovido.

Población

Se delimita, en tiempo y espacio, a las matrículas en la Cátedra de Administración de la Escuela de Administración, durante los periodos académicos I, II y III del año 2014; I, II y III del año 2015; I, II y III cuatrimestre del 2016; y I, II y III del año 2017, de estas asignaturas: Administración General I, Administración General II, Principios de Administración, Gerencia Pública, Cambio Organizacional, Contratación Administrativa y Administración General para Cientistas Policiales.

La inclusión de los participantes se basó en la información contenida en el Sistema de Notas Web de la UNED. A partir de ella, la población se conformó por las matrículas de los estudiantes que, en total, fueron

23 212. Además, se aplicó una encuesta para evaluar el perfil docente de 27 tutores de la Cátedra de Administración en el tercer cuatrimestre 2017.

Las etapas de investigación

En el análisis realizado sobre niveles de aprobación de las asignaturas presenciales y las híbridas, se desarrolló de la siguiente manera: se incluyeron las principales actividades, como en el planteamiento del problema; se formuló la pregunta de investigación; y se identificaron, de forma general, predicciones con base en los datos del Sistema de Notas Web.

En la recolección de los datos, se extrajeron los periodos de estudio por cada una de las cinco asignaturas (seleccionadas para contrastar las tasas de aprobación y de reprobación). Adicionalmente, las asignaturas se eligieron por la modalidad a distancia y por la híbrida, A partir de esos datos, se generaron tablas de resultados para su análisis

posterior. En el análisis de los datos, se hizo un análisis estadístico que permitió crear nueva información, a partir de población total analizada, y así, determinar la situación actual en las tasas de aprobación y de reprobación del periodo indicado.

Con respecto a la evaluación del perfil docente, se desarrolló de la siguiente manera: se elaboró la encuesta aplicada, se les remitió el enlace por correo electrónico a los tutores de la Cátedra de Administración, se recibieron las respuestas en los plazos establecidos, se revisaron y se analizaron los resultados obtenidos; posteriormente, se realizaron las conclusiones de esta variable.

Resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos:

Resultado 1: virtualización y niveles de aprobación por asignatura

Tabla 1. Matrículas e indicadores

Asignatura	2014			2015			2016			2017		
	% Aprob.	% Reprob.	% Retiros	% Aprob.	% Reprob.	% Retiros	% Aprob.	% Reprob.	% Retiros	% Aprob.	% Reprob.	% Retiros
Administración General I (código 00451, modalidad presencial)	43,66 %	56,34 %	0,00%	41,07 %	58,83 %	0,07%	40,08 %	56,01 %	3,91%	44,32 %	55,19 %	0,50%
Administración General II (código 00452, modalidad presencial con apoyo en plataforma)	50,69 %	49,31 %	0,00%	56,03 %	43,84 %	0,00%	60,07 %	39,12 %	0,88%	67,20 %	32,80 %	0,00%
Principios de Administración (código 04038, modalidad presencial)	55,49 %	44,51 %	0,00%	59,30 %	40,70 %	0,00%	66,48 %	33,10 %	0,41%	55,19 %	43,95 %	0,86%
Administración General para Cientistas Policiales (código 05273, modalidad presencial)	66,67 %	33,33 %	0,00%	85,71 %	14,29 %	0,00%	78,95 %	21,05 %	0,00%	56,00 %	44,00 %	0,00%
Cambio Organizacional (código 00459, modalidad presencial)	72,73 %	9,09%	18,00 %	88,31 %	7,79%	3,90%	85,71 %	14,29 %	0,00%	91,89 %	8,11%	0,00%
Gerencia Pública (código 04080), modalidad híbrida)	60,16 %	39,84 %	0,00%	63,16 %	36,84 %	0,00%	82,52 %	17,48 %	0,00%	89,51 %	10,49 %	0,00%
Contratación Administrativa (código 04084, modalidad híbrida)	82,61 %	17,39 %	0,00%	81,25 %	18,75 %	0,00%	94,90 %	5,10%	0,00%	88,00 %	12,00 %	0,00%
TOTALES POR AÑO	47,31 %	52,66 %	0%	49,52 %	50,34 %	0%	51,65 %	45,94 %	2,43%	55,46 %	44,17 %	0,37%

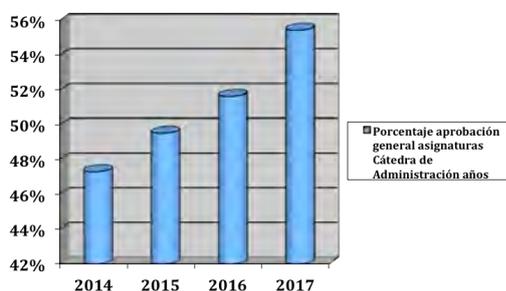
Fuente: Sistemas de Notas Web (2018).

Con base en la información anterior, se aprecia el incremento de los porcentajes de los niveles de aprobación, de manera progresiva, en el rango de años en estudio, del 2014 al 2017. En el año 2014, el porcentaje de aprobación fue de 47,31 %. En el año 2015, fue de 49,52 %. En el año 2016, fue de 51,65 %. En el año 2017, fue de 55,46 %.

Como se mencionó en la introducción del presente trabajo, del año 2014 al 2017, la Cátedra de Administración fue adoptando una serie de estrategias, las cuales han tenido un efecto positivo en el modelo a distancia, cuya finalidad está orientada a la mejora continua del aprendizaje, la aprobación y la autonomía del estudiantado. Específicamente, estas han sido las estrategias aplicadas: el aumento progresivo de la virtualidad en las asignaturas, la diversificación en el modelo de evaluación, la elaboración de recursos didácticos con apoyo tecnológico y el desarrollo del perfil académico del profesorado.

Esta mejora que se refleja en los porcentajes de aprobación se puede resumir en la figura 1.

Figura 1. Gráfico 2014 al 2017



Fuente: Sistema de Notas Web, UNED (2018)

Resultado 2: modelos de evaluación y recursos didácticos por asignatura

La tabla 2 permite ver la lista de las asignaturas de la Cátedra de Administración, así como las características de dos variables de este estudio: modelo de evaluación y recursos didácticos asociados a cada una de las asignaturas durante el período comprendido.

Tabla 2. Modelos de evaluación y recursos didácticos por asignatura

DATOS POR MODALIDAD						
PAC	ASIGNATURA	CÓD.	MODALIDAD	ACT. PRESENCIAL	ACT. VIRTUAL	RECURSOS DIDÁCTICOS
Todos	Administración General I	0043	A distancia	4 Tareas	1 Tarea	Libro de texto Material sobre método de casos
Todos	Administración General II	0042	A distancia	4 Tutorías	2 Pruebas Escritas	RECURSOS DIDÁCTICOS Libro de texto Material sobre método de casos Material complementario en plataforma
I y II	Principios de Administración	0026	A distancia	4 Tutorías	2 Pruebas Escritas	Libro de texto Material sobre método de casos
I	Cambio Organizacional	0049	A distancia	2 Tutorías	1 Tarea 2 Pruebas	Libro de texto Material sobre método de casos
II	Contratación Administrativa	0034	Híbrida	4 Tutorías	1 Prueba Escrita	Trabaja colaborativo (wikis) Material didáctico en plataforma
II	Gerencia Pública	0020	Híbrida	4 Tutorías	1 Prueba Escrita	Trabaja colaborativo (wikis) Material didáctico en plataforma 2 Tareas Vídeos y lecturas complementarias en línea
I	Adm. Gen. para Cienc. Políticas	0038	A distancia	4 Tutorías	1 Tarea 2 Pruebas	Libro de texto Material sobre método de casos

Fuente: Gutiérrez, Godoy y Garita (2018).

Como se observa en la tabla 2, se esquematizan los recursos didácticos utilizados en las asignaturas de la Cátedra de Administración del período 2014 al 2017. Aquí se aprecia que los estudiantes disponen de una gran variedad de recursos, a saber: libros de texto (de la propia Editorial de la UNED y de editoriales externas) y videos y materiales complementarios (la mayoría en la plataforma virtual). A esto, se suman las actividades formativas y sumativas en la plataforma, como foros, tareas en línea y pruebas en línea que refuerzan el proceso de aprendizaje de los estudiantes, además de mejorar significativamente los niveles de aprobación, como se detalló en el punto anterior.

La elaboración de recursos didácticos, en la UNED, está a cargo de la Dirección de Producción de Material Didáctico (DPMD) y está compuesta por estos programas: el Programa de Aprendizaje en línea (PAL), el cual tiene a cargo las plataformas tecnológicas y los entornos virtuales de aprendizaje; el Programa de Producción Electrónica Multimedia (PEM), para la producción de material multimedia; el Programa de Videoconferencia y Audiográfica (VAU), que se encarga –entre otros– de la producción de videoconferencias; el Programa de Producción de Material Audiovisual (PPMA), para la producción de material audiovisual y audios; y el Programa de Producción de Material Escrito (PROMADE), para la elaboración de materiales didácticos escritos. Para Meza (2007), la UNED elabora materiales didácticos bajo los principios de interactividad, independencia, autorregulación, humanístico, crítico, creativa bajo el compromiso social y del medioambiente.

Específicamente, el recurso didáctico está bajo la dirección de la DPMD. Hay recursos disponibles para el estudiantado, por ejemplo: la plataforma Moodle, multimedia, mediateca (audios y videos), videoconferencias, *podcast*, materiales escritos, los cuales pueden ser accedidos en el sitio web <https://www.uned.ac.cr/reccdidacticos>. En la tabla 3, se detalla las producciones relevantes durante el 2016 de la dirección DPMD.

Tabla 3. Resumen 2016 de producciones didácticas (DPMD)

Dirección de Producción de Material Didáctico (DPMD)	Producciones 2016
Programa de Aprendizaje en línea (PAL)	15 % de incremento de usuarios inscritos en las plataformas LMS, 85 590 usuarios Moodle. 179 asesorías en la elaboración de objetos de aprendizaje.
Programa de Producción Electrónica Multimedia (PEM)	22 multimedia y 280 diseños gráficos.
Programa de Videoconferencia y Audiográfica (VAU)	315 videoconferencias posproducidas, 226 teleconferencias en directo. 142 tele tutorías, 683 servicios de videoteca.

Dirección de Producción de Material Didáctico (DPMD)	Producciones 2016
	83 servicios para el Proyecto, Matemática para Administradores I.
Programa de Producción de Material Audiovisual (PPMA)	17 tutorías, 30 series didácticas, 16 reportajes y documentales, 275 promocionales de interés institucional para matrículas y congresos, 80 programas de TV, 19 programas de audio, y 144 series radiofónicas, 9 audiolibros, 213 094 servicios de copiado de materiales audiovisuales, 7 capacitaciones sobre producción audiovisual y 2 artículos científicos.
Programa de Producción de Material Escrito (PROMADE)	99 materiales didácticos escritos.

Fuente: Informe de labores DPMD (2016).

Con base en el Informe de labores de la DPMP, se realizó la tabla 3, la cual muestra evidencia de la gran variedad y cantidad de recursos que posee la UNED para su desarrollo académico; por lo tanto, a partir de estos resultados, la Cátedra de Administración estará analizando la posibilidad de incorporar más variedad de recursos y de materiales didácticos para que estén a disposición del estudiantado.

Resultado 3: perfil docente

En el 2017, la Cátedra de Administración elaboró una encuesta para diagnosticar el perfil docente de 27 tutores a quienes se les aplicó el instrumento en el tercer cuatrimestre 2018.

Los resultados más importantes que se obtuvieron son los siguientes:

Tabla 4. Información general del profesorado

Generalidades	
Género	46.15 % femenino y 53.85 % masculino
Edades	14,81 % para rangos de 26 a 26 años; 22,22 %, para rangos de 37 a 47 años; 44,44 %, para rangos de 48 a 58 años; y 18,52 %, para mayores de 59 años.
Último grado académico	57,69 % de docentes cuenta con el grado de maestría; 26,92 % es licenciado; 11,54 %, con doctorado; y 3,85 %, con <i>posdoctorado</i> .

Fuente: Gutiérrez, Godoy y Garita (2018).

En la tabla 4, se evidencia que, en la Cátedra de Administración, existe equidad de género, pues la

diferencia entre géneros es mínima, ronda 50 % hombres y 50 % mujeres. También, se destaca que la mayoría de los tutores (44,44%) están en un rango de edad entre 48 y 58 años; y por último, que la mayoría (57,69%) tiene un grado de maestría.

Tabla 5. Experiencia docente demostrada

Experiencia	
Plataformas LMS	92,31 % ha utilizado: micromundos, Moodle o Blackboard
Paquetes de ofimática	100%
Software de comunicación	67 % ha empleado Skype o Collaborate Blackboard para atender consultas y realizar reuniones
Software para compartir información	65,38 % ha compartido documentos con Google Drive para intercambio de información
Uso de sitios académicos para hacer investigaciones y materiales didácticos	57,69 % utiliza Google Books y las bibliotecas virtuales para elaborar materiales didácticos y reforzar la formalidad de los materiales mediados para el estudiantado
Software para encuestas e investigaciones	38,46 % ha utilizado encuestadores tipo Google Forms para la recolección y esquematización de información
Software bases de datos y programación	15,38 % ha usado lenguajes de programación como el Logo para reforzar la mediación pedagógica.

Fuente: Gutiérrez, Godoy y Garita (2018).

En la tabla 5, se destacan datos en cuanto a la experiencia en el uso de herramientas informáticas para lograr mediación pedagógica, comunicación, recolección de información, creación de nuevos contenidos y uso de redes de investigación. Esto refleja que el conocimiento y dominio en materia tecnológica y en sistemas informáticos por parte del personal docente es bastante amplio y variado, lo cual es un dato que refuerza las pretensiones de mayor aprovechamiento de la virtualidad en las asignaturas de la Cátedra de Administración.

Según la metodología del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD), que mide las competencias digitales para docentes de educación superior, se destacan algunos datos que complementan este diagnóstico positivo en los docentes:

Tabla 6. Competencias según Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD)

Competencia	
Utilizar más de un tipo de navegador o motor de búsqueda.	100% utiliza (Chrome, Firefox o Explorer).
Comparar las fuentes para evaluar la validez, fiabilidad, credibilidad y la calidad de la información cuando investiga o elabora materiales didácticos.	Más del 95%
Clasificar la información y poder almacenarla en variados formatos, adicional puede hacer uso de almacenamientos en la nube u otros.	Más del 90%
Utilizar constantemente aplicaciones de comunicación, como correo electrónico, chat, mensajería, blogs y redes sociales aplicados a su ejercicio académico y personal.	100%
Poder utilizar herramientas de colaboración que le permiten compartir archivos personales o que otros han creado.	100%
Poder utilizar funciones avanzadas de comunicación: videoconferencia, compartir datos y aplicaciones en redes sociales	100%
Poder crear páginas web o blogs usando plantillas.	Más del 95%
Poder resolver casi todos los problemas tecnológicos con el uso de herramientas, <i>software</i> o servicios según sea necesario.	Más del 90%
Tomar medidas para proteger los datos de usuario y contraseñas para evitar robos y estafas.	Más del 95%
Actualizar sus competencias digitales con cursos, talleres, investigaciones y autoaprendizaje.	100%

Fuente: Gutiérrez, Godoy y Garita (2018).

En la tabla 6, se visualiza resultados muy positivos en el manejo tecnológico por parte de los tutores de la cátedra, específicamente, en temas como la navegación web (en los principales exploradores); sistemas de validación de materiales didácticos; uso de diferentes formas de almacenamiento (ejemplo la nube); uso de correos, blogs y wikis; y una constante actualización de sus competencias digitales con diferentes capacitaciones y talleres.

También como parte de los resultados de esta evaluación, se destaca que las áreas que se desean fortalecer en el profesorado es el aumento en el uso de lenguajes de programación que les permita diseñar, crear o modificar bases de datos simples. Actualmente, 50 % de los docentes indicó que no sabe o no puede. Se está planificando cursos de investigación y propiedad intelectual, puesto que 30 % señaló que no sabe o no puede aplicar los derechos de propiedad intelectual en los documentos que elabora. Adicionalmente, 20 % manifestó que no sabe o no puede instalar ni actualizar antivirus, contrafuegos y otros programas de seguridad en sus dispositivos electrónicos.

Conclusiones

Entre los principales resultados de la aplicación de las estrategias: virtualización, modelos de evaluación, recursos didácticos y perfil docente, se aprecia un aumento en índices de aprobación que permite el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La Cátedra de Administración tiene dos modalidades de asignaturas: presenciales e híbridas. En cuanto a las asignaturas híbridas (que tienen componente virtual), se refleja mayores niveles de aprobación con respecto a las asignaturas presenciales (sin componente virtual), lo cual supone que la virtualidad que se ha aplicado a estas asignaturas ha permitido una mayor comprensión de los temas por parte de los estudiantes y, por ende, un mejor rendimiento académico.

Por otra parte, en los resultados, se reflejó que las asignaturas con componentes virtuales permiten una mayor diversificación de los modelos de evaluación frente a las asignaturas que carecen de componentes virtuales. Esto se debe a que, en el caso de la UNED, se utiliza la plataforma Moodle, y este sistema cuenta con una gran diversidad de alternativas y de herramientas a disposición de los tutores y que permiten segregar, en mayor medida, los modelos de evaluación, tales como tareas, blogs, chats, diarios, pruebas, foros, portafolio, glosario, wikis, videoconferencias, entre otros.

La UNED dentro de su estructura organizativa tiene a disposición unidades asesoras como el Programa de Producción de Materiales Didácticos (Promade) de la PDMD, que se especializa en la producción de materiales didácticos escritos. La dirección DPMD, se destaca por mantener una amplia variedad de recursos didácticos de las distintas áreas académicas. En el caso de la Cátedra de Administración, los principales recursos didácticos utilizados son los siguientes: libros de editoriales externas, Unidades didácticas, guías de estudio y materiales complementarios (asesorados por Promade) de la Editorial UNED, materiales audiovisuales, videoconferencias, teletutorías, entre otros.

En cuanto al perfil docente de la Cátedra de Administración, se goza de tutores con amplia experiencia profesional y académica; la mayoría se ubica en un rango de edad de 48 a 58 años; existe equidad de género entre los tutores; la mayoría cuenta con amplio conocimiento y dominio en materia tecnológica y sistemas de información. En la UNED, existe un área especializada en materia de capacitación al personal docente, la cual se llama Centro de Capacitación en Educación a Distancia (CECED), lo cual facilita la constante actualización de los tutores en temas pedagógicos universitarios y tecnología aplicada al modelo a distancia.

Como conclusión general se puede indicar que las estrategias que han sido utilizadas por la Cátedra de Administración (período en estudio 2014-2017), en torno al aumento de la virtualidad, la diversificación de los modelos evaluativos, la elaboración de recursos didácticos y el desarrollo del perfil de sus docentes, han supuesto un efecto positivo en el modelo a distancia, cuya finalidad está orientada a la mejora continua de los procesos de aprendizaje, mejorar los niveles de aprobación y la autonomía del estudiantado.

Referencias

- Calvo, X. y Salas, N. (s. f.). *Consideraciones para el diseño y oferta de asignaturas en línea*. San José: EUNED.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- ITE (Instituto de Tecnologías Educativas). (2010). Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del Nuevo milenio en los países de la OCDE. Edición en español. Paris. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Habilidades_y_competencias_siglo21_OCDE.pdf
- León A. P.; Risco del Valle, E. y Alarcon C. (octubre-diciembre 2014). Estrategias de aprendizaje en Educación superior en un modelo curricular por competencias. *Revista de la Educación Superior*, 43, Issue 172, 123-144. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185276015000552>
- López, M. (2017). *Aprendizaje, Competencias y TIC*. México: Pearson.
- Meza, J. (2007). Etapas del desarrollo y planteamientos actuales en la producción de los materiales escritos de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. AIESAD. Universidad Técnica Partículas de Loja. RIED v. 10: 1,175-199
- Mishra, P. y Koehler, J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 6, 1017-1054.
- Morales, V. G. (2013). Desarrollo de competencias digitales docente en el marco del programa habilidades digitales para todos. *Revista Apertura*, 5(1). Universidad de Guadalajara. México. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/367/307>
- Muñoz, P. A. (2012). Elaboración de material didáctico. http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/derecho_y_ciencias_sociales/Elaboracion_material_didactico.pdf
- NECC (Congreso Nacional de Cómputo Educativo) (2008). Estándar de Tecnologías de Información y Comunicación. Segunda edición. Estados Unidos: Editorial
- Rodríguez, M. (2008). Competencias docentes ante la virtualidad de la educación superior. *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*. Recuperado de...
- Shulman, L. y Wittrock, M. (ed.). (1987). *Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea la investigación de la enseñanza*. Barcelona: Editorial Paidós
- UNED (Universidad Estatal a Distancia) (2016). Informe Anual de Labores 2016. Vicerrectoría Académica. Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Recuperado de https://www.uned.ac.cr/academica/images/InfoLaborDocs_2016_ANUAL.pdf
- UNED (Universidad Estatal a Distancia) (2005). Modelo Pedagógico. Vicerrectoría Académica. Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Recuperado de <https://www.uned.ac.cr/academica/images/igesca/materiales/24.pdf>
- UNED-CECED (Universidad Estatal a Distancia-Centro de Capacitación en Educación a Distancia) (s. f.). Curso Estrategias didácticas de aprendizaje individual para cursos en línea. Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia.



RE(CONOCIMIENTO) DE LA DISCIPLINA A PARTIR DE EJERCICIOS METACOGNITIVOS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE FÍSICA

Re(Cognizing) the Discipline from Metacognitive Exercises in the Education of Physics Teachers

OLGA L. CASTIBLANCO, DIEGO VIZCAÍNO

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

KEY WORDS

*Didactics of physics
Disciplinary dimension
Teacher's education
Re(cognizement) of physics
Epistemology
Philosophy and history of
physics*

ABSTRACT

We present results from developing a proposal to teach didactics of physics in an undergraduate program of teachers' education. The main objective was to educate them for re(cognizing) their physics knowledge based on metacognitive exercises. It was developed in a public university in Bogota city through a research/intervention. Data were analyzed using content analysis techniques in three phases; pre-analysis, categorization, and interpretation. Thematically contents were organized from history, epistemology, and philosophy. We observed language enrichment about physics, as much as arising of reflections that evidence perspectives evolution in their ways of thinking the physics and teaching physics.

PALABRAS CLAVE

*Didáctica de la física
Dimensión disciplinar
Formación de profesores
Re(conocimiento) de la física
Epistemología
Filosofía e historia de la física*

RESUMEN

Presentamos resultados de una propuesta para la enseñanza de la didáctica de la física en un programa de formación de profesores de una universidad pública de Bogotá. El objetivo fue educarlos para el re(conocimiento) de su saber disciplinar a partir de ejercicios metacognitivos mediante una investigación/intervención. Los datos fueron estudiados mediante análisis de contenido en tres fases; pre-análisis, categorización e interpretación. Los contenidos temáticos fueron organizados a partir de la historia, epistemología y filosofía. Observamos enriquecimiento el desarrollo de reflexiones que evidencian evolución en la forma como piensan la física y la enseñanza de la física.

Introducción

Partimos del presupuesto de que el futuro profesor de física debe ser formado en criterios que les permitan re(conocer) la física que saben, en el sentido de reflexionar y tomar consciencia de la capacidad que tienen para la comprensión y la explicación de conceptos. Lo cual no necesariamente se construye automáticamente, ni espontáneamente a partir del aprendizaje de la física en los cursos tradicionales, sino que debe ser educado.

Tomamos como punto de partida la propuesta de Nardi y Castiblanco (2014) en donde se proponen tres dimensiones de desarrollo en la formación para la enseñanza de la didáctica de la física, una dimensión referente al dominio del contenido científico (dimensión disciplinar), una referente a la puesta en contexto del conocimiento enseñado (dimensión sociocultural) y una referente al enriquecimiento de la interacción en el aula (dimensión interaccional). En este trabajo nos centraremos en la Dimensión Disciplinar.

Esta investigación la desarrollamos en las fases: (1) diseño de una propuesta de curso de didáctica de la física con duración de 96 horas de clase, cuyo objetivo principal fue lograr el re(conocimiento) de la física por medio de ejercicios de tipo metacognitivo, (2) puesta en práctica en un grupo de séptimo semestre (cuarto año) del programa de Licenciatura en Física de una universidad pública de la ciudad de Bogotá, Colombia, (3) toma de datos mediante registros escritos por los estudiantes, construcción de texto y análisis de contenido.

Marco teórico

Dimensión disciplinar de la Didáctica de la Física

De acuerdo con (Nardi & Castiblanco, 2014) y (Castiblanco, 2013) la dimensión disciplinar de la Didáctica de la Física estudia los procesos mediante los cuales el maestro re(conoce) el conocimiento que tiene sobre la Física. Consideramos que la calidad de la enseñanza que imparte el profesor de Física, así como su autonomía intelectual, aumenta en la medida que aumenta la capacidad de (re)conocimiento de su saber de la Física. Quiere decir, que además de que el maestro aprehenda una serie de conocimientos específicos que vienen de los modelos establecidos por la comunidad científica, el profesional de la enseñanza de ese conocimiento debe reconstruir su propio discurso sobre la ciencia que sabe, para poderla explicar, teniendo cuidado de no perder el rigor científico y de no contradecir los modelos que pretende explicar, por lo tanto debe prepararse para definir

el lenguaje con el cual habla de la ciencia acorde con sus propias maneras de expresarse.

La pregunta que surge en esta perspectiva es ¿cómo se le enseña al maestro a re(conocer) su propio saber disciplinar? Según (Castiblanco & Nardi, 2015) este proceso se puede desarrollar a partir del estudio de la Física desde su Historia, Filosofía y Epistemología con base en ejercicios de tipo metacognitivo, ya que al estudiar la física desde diferentes perspectivas se propicia la auto identificación de esquemas explicativos y se genera en el maestro problemas relacionados con su propia comprensión de “los problemas de la Física”, “los modelos”, “la naturaleza de los conceptos”, “los observables”, entre otros aspectos que se acostumbra a imaginar sobre entendidos, pero que de hecho son altamente complejos e influyen las estrategias metodológicas para la enseñanza.

Procesos metacognitivos en la formación de profesores

La metacognición esencialmente significa la cognición de la cognición, de acuerdo con Papaleontiou-Louca (2008) enseñar la metacognición consiste en “educar aprendices independientes que puedan controlar su propio aprendizaje y aprender como aprender durante su vida”¹, esto respecto a los procesos mediante los cuales aprende algo pero también en relación al conjunto de conocimientos que cree tener.

Para desarrollar esta habilidad el sujeto debe aprender, por ejemplo, sobre cómo administrar su memoria, como tomar consciencia de su propio proceso de aprendizaje, como desarrollar estrategias de profundización en ciertos temas, como evolucionar su lenguaje, como autoevaluarse, entre otros. Es decir, que la persona debe reflexionar sobre todo aquello que es relevante para su propio desarrollo en una determinada área.

En síntesis, la definición de metacognición ha venido incluyendo, no solamente “pensamientos sobre los pensamientos” como suele ser considerado, sino que trata nociones como: conocimiento sobre el propio conocimiento, procesos y estados cognitivos y afectivos, así como la habilidad de monitorear y regular consciente y deliberadamente su propio conocimiento, procesos y estados cognitivos y afectivos. (Papaleontiou-Louca, 2008, p.3)²

Desde nuestra perspectiva estos son aspectos fundamentales en los cuales se debe educar al maestro para que gane autonomía en su ejercicio profesional. De una parte se debe reconocer que las habilidades metacognitivas para diferentes aspectos de la vida de la persona van apareciendo junto con

¹ Traducido por los autores

² Traducido por los autores

su crecimiento y van madurando con la edad de las personas desde la infancia, con base en las actividades de casa y luego aprendiendo de sus amigos y maestros hasta llegar a la madurez, como lo muestran Marcel, Veenman, Van Hout, & Afflerbach (2006). Sin embargo, es necesario comprender que desarrollar habilidades metacognitivas para un proceso como el aprendizaje de la enseñanza de la física, requiere de estimulación y acompañamiento por parte del profesor formador de profesores.

En esta línea Campanario (2000) apunta que para desarrollar esta habilidad se requiere trabajar en aspectos como la reflexión, autorregulación y evaluación. La reflexión enfocada hacia el reconocimiento de las ventajas, desventajas y posibilidades de las metodologías de aprendizaje del sujeto. La autorregulación como la capacidad del sujeto para encontrar solución a los obstáculos que se puedan presentar en el aprendizaje de un conocimiento particular. Finalmente, la evaluación como la habilidad de establecer sus propios parámetros para reconocer su nivel de aprendizaje de manera consciente y autónoma.

De este modo pensamos que la metacognición en la formación de profesores es pertinente ya que en la medida en que un docente reconoce sus propios procesos de aprendizaje podrá orientar de mejor manera los procesos de aprendizaje de sus alumnos. También (Gustone & Northfield, 1994) concuerda con esta idea cuando plantea enseñar la metacognición en la formación del estudiante profesor, a partir de tres tipos de ideas y creencias; sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje con el rol que desempeñan estudiantes y profesores, sobre el contenido de la disciplina que enseña y sobre las habilidades de sus estudiantes y las propias.

La Filosofía, Historia y Epistemología de la Física como estrategia de estudio de la Física

Seleccionamos estas tres disciplinas como las más pertinentes para desarrollar procesos metacognitivos sobre el conocimiento de la física, considerando los extensos resultados de investigación que hoy existen en la literatura y que apuntan hacia los beneficios de los tratamientos alternativos de los contenidos de la ciencia y sus beneficios cuando se abordan desde la historia, filosofía y epistemología. Trabajos como el de Matthews (1994) y Matthews (2009) demuestran que el tratamiento de estas disciplinas puede humanizar las ciencias, hacer que los estudiantes analicen la construcción de conocimiento científico articulada con aspectos políticos, económicos, éticos y personales, pero además le ofrece al estudiante la posibilidad de expresarse de manera crítica y reflexiva sobre el contenido en estudio, al igual que contrastar con sus colegas sus propias maneras de

construcción del conocimiento científico en una perspectiva de reconocimiento de su propia epistemología.

Además, el área de enseñanza de las ciencias hoy se concibe como un campo necesariamente interdisciplinar, es decir, que por ejemplo el mero conocimiento de la física en torno a sus modelos explicativos de fenómenos, no es suficiente para lograr procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, dado que más que adoctrinar en ciertos saberes se trata de formar una cultura científica en el estudiante y esto de acuerdo con Cachapuz, Praia, & Jorge (2002) tiene que ver con análisis de la ciencia desde la historia, filosofía, psicología, sociología y ética, entre otras disciplinas.

En este sentido, asumimos la perspectiva de estos autores con el fin de proyectar la educación de profesores que enseñarán ciencias, desde una faceta interdisciplinar del conocimiento, entendiendo esa interdisciplinariedad como el conocimiento que el profesor desarrolla basado en diversas disciplinas para organizar estrategias de enseñanza a sus estudiantes en una perspectiva moderna y mirando hacia el futuro. En donde al menos desde la academia ya no tienen cabida, por ejemplo, visiones positivistas de la ciencia o visiones del aprendizaje de las ciencias desligadas del contexto.

Metodología de investigación

Asumimos que la formación en Didáctica de la Física debe posibilitar que el licenciado construya su propia identidad con la profesión docente, para lo cual es necesario educarlo para la crítica reflexiva de sus propios conocimientos en torno a la profesión de enseñar ciencias.

Por lo tanto, nuestro problema de investigación es: *¿cómo desarrollar procesos metacognitivos para el re(conocimiento) del saber disciplinar de la física?*

Para resolver este problema diseñamos una investigación cualitativa de tipo intervención en la perspectiva de Denzin y Lincoln (2006) quienes proponen una diversidad de métodos para la investigación activa, en donde la intervención puede tener diversas funciones para el estudio de un fenómeno, siempre en torno de algún tipo de relación participante de los agentes que actúan en el proceso. En nuestro caso, trabajaremos sobre el fenómeno de la formación universitaria para la Enseñanza de la física, especialmente en lo que tiene que ver con lo que hemos denominado la dimensión disciplinar de la didáctica de la física.

El proceso consistió en diseñar una estrategia de intervención con su posterior puesta en funcionamiento. A partir de allí se hizo la toma de datos y el análisis de resultados en torno al nivel de re(conocimiento) de la física por parte de los estudiantes. En este trabajo nos propusimos generar en el estudiante (futuro profesor) una serie de cuestionamientos sobre la física a partir de

diversas dinámicas de interacción en el aula, con el fin de que se enfrentase con situaciones en donde debía dejar claro su nivel de comprensión del tema tanto a nivel individual como colectivo.

Inicialmente, se presentó la propuesta de trabajo a los alumnos haciendo énfasis en que se trabajarían ejercicios de tipo metacognitivo con su respectiva explicación del término y posteriormente se aplicó la propuesta por medio de una secuencia de temáticas. Los ejercicios de interacción en el aula fueron planeados sobre la base de la necesidad de hacer que los estudiantes escribieran sus reflexiones, participaran en debates, socializaran la organización de sus ideas, relacionaran la física con otras disciplinas, elaboraran síntesis y conclusiones de los ejercicios, siempre en torno a contenidos organizados desde la historia, filosofía y epistemología.

Adicionalmente, se hizo énfasis en la producción de consensos frente a los disensos explicativos y el reconocimiento de la diversidad de perspectivas como posibles modos de construir conocimiento acerca de un determinado tema de la física.

Este proceso se cerró con la aplicación de una prueba escrita al final del semestre, para la cual se les pidió a los estudiantes revisar las diferentes actividades desarrolladas con sus respectivos análisis. Así, para esta investigación la toma de datos ocurrió durante el proceso de desarrollo de los ejercicios y en la prueba escrita final en la cual debían describir los ejercicios realizados en torno a la Historia, a la Filosofía y a la Epistemología expresando las respectivas reflexiones desarrolladas en cada uno y las conclusiones que ellos sacaron.

Con esta prueba se buscaba evaluar el nivel de apropiación de las reflexiones hechas en las diferentes actividades, entendiendo que aquello que pudiesen describir ampliamente sería porque les resultó significativo de alguna manera. Además queríamos evidenciar si para la descripción de los ejercicios utilizaban lenguaje puesto en escena en las diferentes reflexiones, así como identificar si recordaban el nivel de análisis al que llegamos en las sesiones, entre otros aspectos relevantes que pudieran surgir en esta declaración escrita de los estudiantes.

Para el análisis de datos se utilizó la técnica de análisis de contenido, que de acuerdo con la perspectiva de Bardin (2002) es un procedimiento desarrollado de manera general en tres etapas. La primera de pre-análisis; allí se organizaron los datos, se construyó el texto a partir de los aspectos expuestos con mayor frecuencia por los estudiantes y se hizo una lectura tratando de identificar lo que podrían ser las categorías de análisis emergentes de sus discursos. En la segunda fase; codificamos los datos para identificar claramente las categorías de análisis con sus indicadores mediante las cuales estudiamos los datos en torno a las características

del problema. En la tercera etapa que fue de inferencia e interpretación; configuramos los resultados para responder a la pregunta de investigación, con la identificación de evidencias que nos permitieran describir la ocurrencia del desarrollo de procesos metacognitivos.

Toma de datos mediante la metodología de intervención

A continuación presentamos los ejercicios desarrollados en la clase para la toma de datos, relatando al final de cada ejercicio los resultados obtenidos en la fase de pre-análisis en donde algunas actitudes y conclusiones de los estudiantes fueron evidentes tanto desde la observación directa de la maestra como en los registros escritos de los estudiantes. Los ejercicios fueron diseñados buscando lograr procesos metacognitivos en torno a su saber de la física pero también en torno a su proyección de ese conocimiento para la enseñanza de la física.

Ejercicios diseñados y aplicados en torno a la Historia, Epistemología y Filosofía de la física

A partir de la Epistemología

El primer ejercicio consistió en entregar una hoja en blanco a cada estudiante para solicitarles que en cuanto la profesora mencionara una palabra ellos representarían en la hoja todo lo que viniese a su mente. La palabra fue "tiempo". Posteriormente se pidió que respondieran en la misma hoja las siguientes preguntas: ¿Cómo sabe que el tiempo pasa?, ¿El tiempo pasa más rápido o más despacio, a veces?, ¿Existe el tiempo sin la existencia del ser humano?, ¿Existe el tiempo sin la existencia del reloj?, ¿Cuál es el tiempo real en la naturaleza?, ¿Cuál es el mejor tipo de reloj?. Luego se hizo una socialización en donde libremente los estudiantes hablaron de sus percepciones.

En general, reconocían que les fue muy difícil responder las preguntas porque no encuentran como hablar del tiempo a pesar de ser un concepto que manejan a diario en el estudio de la Física. Con el fin de contribuir al análisis de la información, les presentamos la perspectiva de Gaston Bachelard en cuanto a los perfiles epistemológicos del concepto de tiempo, que clasifica como realismo ingenuo, empirismo, racionalismo y surracionalismo. Ver más información de estos perfiles en Martins y Pacca (2005). En la siguiente sesión les entregamos una rejilla con indicadores de análisis basados en la teoría de Bachelard, con el fin de que analizaran los resultados de las respuestas dadas, en términos de presencia de cada perfil para cada estudiante y en general para el grupo.

En esta parte, pudimos evidenciar que aprendieron a reconocer sus perfiles epistemológicos en torno al concepto de tiempo, encontramos que se sorprenden de pensar que es un concepto que usan en la gran mayoría de las ecuaciones pero que nunca se habían detenido a pensar sobre qué modelo explicativo están entendiendo el concepto de tiempo para cada fenomenología, por ejemplo, si es relativo o absoluto. En general, quedaron sorprendidos de evidenciar que todos tenían presencia de los cuatro perfiles pero unos con mayor intensidad que otros, sin embargo, la mayor tendencia fue en el perfil de realismo ingenuo y empirismo.

El segundo ejercicio consistió en organizar el curso en un círculo y entregar a cada estudiante una hoja de papel en blanco y una hoja de un árbol, para solicitarles que observaran la hoja del árbol y escribieran una descripción de lo que observaron. Luego rotamos las respuestas de cada uno al compañero del lado con el fin de que leyese la descripción y anotaran aquello que su compañero observó que él no observó, y así sucesivamente hasta que cada quien recibiera su descripción original con las observaciones de todos sus compañeros. Esta parte terminó con una socialización en donde los estudiantes expresaron libremente los aprendizajes con esta actividad. En general, resaltaron que cada quien tiene una forma y unos criterios de observación particulares y que es necesario reconocer la diversidad de pensamiento aun cuando todos estén observando el mismo objeto y hayan aprendido más o menos lo mismo a lo largo de su carrera.

En la segunda parte de este ejercicio se pidió observar un ping pong y describirlo. Para esto, se dispuso de materiales del laboratorio de física como balanza, metro, recipientes con agua, y otros que ellos quisieron solicitar tales como calibrador, mechero, termómetro, esponjas, alcohol. En este caso se les pidió describir lo observado diferenciando claramente las características de lo observado, lo observable y el observador, bajo la orientación de la maestra frente a las dudas que surgían en el desarrollo de la actividad. Finalmente, se propició un diálogo en donde se manifestaron ideas acerca de lo que significa construir un observable en física y planear su respectiva observación. Los estudiantes reflexionaron sobre la diferencia entre ver a simple vista y preparar dispositivos para observar algo, o entre observar desde el sentido común y observar desde un constructo teórico, o entre observar fenómenos con ocurrencia a nivel micro o macroscópico, así como resaltaron la importancia de diferenciar el límite entre lo observado y el observador, con las respectivas características que pueden consolidar un observable, que además puede ser medible o no.

A partir de la Historia

Se organizaron cinco grupos y se les entregó a cada grupo una hoja con información acerca de las representaciones pictóricas, gráficas y conceptuales más conocidas de los modelos de átomo que registra la literatura de la historia de la física, a saber, modelo de Demócrito, Thomson, Rutherford, Bohr y Schrödinger. Se pidió que analizaran la información y elaboraran una explicación de cada uno de los modelos para sus compañeros acudiendo a sus conocimientos y también a información de la internet (se dispuso de computadores). Posteriormente se desarrolló la dinámica del embajador que consiste en que cada grupo nombra un representante que irá por los demás grupos ofreciendo la explicación construida en su grupo y recibiendo comentarios y preguntas. Esta explicación debía hablar sobre las razones por las cuales cada modelo de átomo proponía las respectivas partes del átomo y su distribución en el espacio.

Al finalizar la rotación por grupos, cada embajador retornó a su grupo para socializar su experiencia con el fin de reorganizar su explicación sobre los modelos. El ejercicio terminó con una sesión dedicada a reflexionar sobre las dudas que surgieron al respecto del modelo de átomo. Desde la percepción de la docente investigadora, se observó que en general, los estudiantes mostraron preocupación por el desconocimiento del desarrollo histórico de este tema y la falta de comprensión sobre las razones por las cuales, por ejemplo, asumen la analogía del átomo como un sistema solar pero no comprenden exactamente por qué razón ha de ser así, pero además se les dificulta explicar una diversidad de aspectos, como por qué han de existir espacios “vacíos” entre los electrones y el núcleo, o sobre cómo es que realmente se comportan los electrones al interior del átomo, o cómo es la distribución de los protones o neutrones, o realmente cómo son los orbitales de los electrones, si se pueden imaginar como trayectorias definidas o no.

Para el segundo ejercicio, se preparó un material con nombres de autores que hicieron propuestas en torno a la concepción de naturaleza de la luz y la concepción de calor, a lo largo de la historia. Se pidió a los estudiantes por parejas, elaborar las respectivas líneas del tiempo con la información ofrecida, en donde en el eje horizontal representasen la escala de tiempo y en el eje vertical debían ubicar el lapso de tiempo en que vivió cada uno de los autores. Se pidió analizar el comportamiento del gráfico obtenido. Posteriormente, se les entregó información acerca de los principales aportes que hicieron cada uno de los autores mencionados, invitándolos a analizar la secuencia de elaboración de los conceptos según estos datos.

Percibimos que en la socialización y debate muchos estudiantes manifestaron desconocimiento sobre aspectos como el orden cronológico en que se han desarrollado los conceptos, así como los diferentes paradigmas por los cuales han pasado los diferentes conceptos. Por ejemplo, mezclan indistintamente perspectivas propuestas dentro de diferentes paradigmas como hablar de Newton con base en ideas de Aristóteles.

Algunos creían que los conceptos de calor y temperatura se desarrollaron en momentos diferentes a los conceptos de luz y de gravedad, entre otros. Pero adicionalmente, se propició un debate en torno al efecto de la política, la economía, la religión, la tecnología y otros aspectos socioculturales, sobre el pensamiento de los científicos y el desarrollo de la ciencias. Esto les permitió concluir que la ciencia no es “pura” ni sus desarrollos obedecen a genialidades individuales, sino que son el resultado de una serie de condicionantes diversos, también, que el desarrollo conceptual no es lineal ni va necesariamente de modelos “simples” a modelos “complejos” sino que todos los modelos en sus diferentes épocas fueron complejos.

A partir de la Filosofía

Se trabajó en torno a la pregunta del porqué del por qué. Para ello se organizaron por parejas y se entregó una explicación formulada por algún científico reconocido, en donde se encontraba la respuesta a un por qué. Por ejemplo, la respuesta mecanicista de por qué se caen los cuerpos, la respuesta de por qué los lentes y los espejos convergen y divergen la luz, la propuesta de por qué se dilatan los cuerpos cuando se calientan. El ejercicio consistió en que debían dialogar desde sus conocimientos sobre el por qué estos científicos dieron estas explicaciones.

Posteriormente, se hizo una socialización en grupos de cuatro personas con el fin de que fueran refinando su discurso y finalmente se hizo una reflexión colectiva bajo la orientación de la maestra entorno a la manera como han adquirido o construido su conocimiento de la física y también al impacto que tiene este conocimiento en la planeación estratégica de la enseñanza de la física.

Percibimos que en general, los estudiantes resaltan que sienten la necesidad de afinar su lenguaje para hablar de física, pues usan términos que dan lugar a confusiones o dudas, igualmente concluyen que deben estudiar mejor la física pues consideran que dominan un conjunto de conocimientos de la física pero que requieren comprenderlas con mayor profundidad para poder hablar con propiedad sobre ellas. También encuentran que que no todos los “por qué” son comprensibles, ya que es necesario ubicarse en el contexto de la producción de esas explicaciones.

En la segunda parte de este ejercicio, preguntamos a los estudiantes ¿que es una ley física? el debate mostró que asumen básicamente que las leyes son ecuaciones inmodificables dentro de un cierto modelo explicativo. Posteriormente, se hizo lectura del primer capítulo del libro del filósofo Rudolf Carnap titulado “el razonamiento en física” y se hizo el análisis del capítulo por grupos para luego socializar con todos.

Allí reconocieron que nunca antes habían pensado que las leyes podían ser de diferentes naturalezas y que no todas son leyes universales, algunas se basan en lo empírico pero otras netamente en lo teórico, y algunas solo existen en el plano de lo matemático. Esta toma de conciencia les llevó a ser más cuidadosos cuando intentaban explicar una ley pues ya reflexionaban sobre su naturaleza antes de iniciar la explicación. Posteriormente, se les pidió seleccionar una ley física que conocieran ampliamente y formularan su explicación, lo cual les planteó un reto personal dado que al tomar cuidado con las explicaciones que formulan encuentran necesidad de discutir a fondo con sus compañeros sobre la manera como han comprendido los cursos de física.

Resultados

Las categorías de análisis fueron configuradas teniendo en cuenta que nuestro objetivo era lograr el desarrollo de procesos metacognitivos y por lo tanto los datos debían organizarse en torno a aspectos que caractericen el re(conocimiento) del propio discurso. Tomamos como criterio de organización de las categorías la premisa de que, demostrar dominio del conocimiento disciplinar de la física no es solamente la capacidad de replicar el discurso científico sino que tiene que ver con actitudes y aptitudes para hablar de la física en diversos contextos.

De este modo configuramos las categorías: 1. Reflexiones sobre su propio proceso de aprendizaje, 2. Identificación de estrategias para la profundización autodidacta, 3. Reconocimiento del nivel de dominio de contenidos y 4. Auto evaluación y co-evaluación.

Reflexiones sobre su propio proceso de aprendizaje

Para presentar los resultados a continuación usaremos la letra E seguida de un número para diferenciar las expresiones de cada uno de los estudiantes a quien se le asignó un número, teniendo en cuenta que fueron 21 el total de participantes. Así, las siguientes manifestaciones de los estudiantes identificados con los números 1, 3 y 7, son ejemplo de lo expresado por el 80% de los estudiantes en la prueba escrita.

Ellos resaltan su comprensión sobre cómo han venido aprendiendo contenidos de física sin cuestionarse sobre la posibilidad de observar los fenómenos físicos en estudio, es decir, que la sola organización matemática del fenómeno ya les permite creer que así debe ocurrir. Sin embargo, en este escenario consideran que es importante para ellos aprender a “observar” la naturaleza, lo cual es más que “ver” o entender su representación matemática. Específicamente hicieron referencia a la necesidad que tienen de aprender a distinguir el observador, de lo observable y de lo observado, cuando están estudiando un fenómeno físico, así como la necesidad de aprender a interpretar mejor lo que observan y a construir sus propios esquemas argumentativos para poder defender sus explicaciones. Veamos algunas expresiones.

E7: ...el compartir esa construcción me permite ver que el camino por recorrer debe ser más amplio al momento de observar, distinguir lo observado, los observables y la relación del observador con el objeto o material, son experiencias que me permiten agudizar mis sentidos y el adecuado aprovechamiento de mis habilidades para aportar a la construcción del conocimiento...“ gracias a este ejercicio (observables en un experimento) concluí primero que me falta indagar más objetivamente ... porque no esquematice lo que mis sentidos me permitieron observar, reflexión importante para mí porque un experimento sencillo a simple vista lo volví más complejo de lo necesario...”.

E1: “llegamos a la conclusión de que ninguna respuesta es mala y que lo importante es que cada uno construya su fundamento en la física con base en sus creencias y argumentos que pueda defender”.

E3: “con estos ejercicios (observaciones) se puede evidenciar que existen varias formas de observar, por medio de los sentidos, por destrucción, por abstracción, etc. se evidencia que un fenómeno tiene varios observables con la construcción de un modelo y se debe especificar que observable se va a conocer, también se evidencia que no tenemos muy claros los conceptos físicos y qué tenemos que revisar de manera personal interiorizando los conceptos”

E2: “... al momento de leer todas las apreciaciones en torno a la hoja hechas por los demás que observaron lo mismo que yo, noté que hubo ciertas características que pasé por alto, ejemplo tipo de árbol al que pertenece, pero también otros observadores pasaron por alto algo que yo noté, ejemplo la forma de la hoja, con esto hago referencia a que todos tenemos distintas formas de observar un mismo fenómeno...y nos podemos complementar”

Consideramos este resultado especialmente llamativo si se tiene en cuenta que son estudiantes

que ya están finalizando su carrera de Licenciatura en Física y que aún con todos los conocimientos de física que ya poseen encuentran la posibilidad de reevaluar la manera como “observan” el mundo físico, así como la necesidad de revisar sus creencias y argumentos.

Respecto de los ejercicios en torno a la historia y filosofía, se cuestionaron sobre la importancia de hacerse preguntas diferentes a las que se plantean en una clase tradicional de física. También vieron importante acudir a todo su conocimiento para poder construir nuevo conocimiento propio con el fin de ganar autonomía para proyectarlo hacia los demás. Tomaron conciencia del desconocimiento que tienen sobre los orígenes y el desarrollo de algunos conceptos básicos que saben mencionar e inclusive explicar, pero que al verse enfrentados a producir procesos de explicación empiezan a encontrar que en muchas ocasiones carecen de sentido para sí mismos. Las expresiones de E17 y E15 son ejemplos de ello.

E17: en el debate filosófico sobre responder el por qué a las explicaciones dadas por los físicos, discutimos sobre nuestras respuestas y muchas veces llegábamos a más preguntas que respuestas, de esta forma nos hace generar un conocimiento propio y a través de preguntas podemos construir conocimiento.

E15: la revisión de las líneas del tiempo de los conceptos de luz, calor y gravedad... sin duda alguna sirvió para refrescar nuestra memoria o hacernos leer algo sobre los fenómenos y leyes que repetimos todo el tiempo tal vez sin sentido porque desconocemos su historia.

Es de notar, como ellos empiezan a ver la necesidad de construir sentido a sus conocimientos de la física, ven que es posible re(conocer) lo que ya saben y valorizan a la pregunta como mecanismo de aprendizaje ya que el hecho de formularse preguntas o de responder otras preguntas les obliga a construir argumentos propios. Estas son evidencias de que asumen caminos alternativos para desarrollar sus procesos de aprendizaje en una perspectiva metacognitiva.

Identificación de estrategias para la profundización autodidacta

En este aspecto el 76% de los estudiantes hizo mención explícita a estrategias que estarían dispuestos a asumir en adelante para profundizar en su aprendizaje de la física de manera autodidacta, involucrando la historia, filosofía y epistemología de la física. Por ejemplo, reconocen la importancia de hacer reconstrucciones históricas de los conceptos que se proponen a enseñar como indica E6. Por su parte E15 y E20 hablan de que no es conveniente aceptar las verdades absolutas y que

es importante poder dudar de las teorías desde una perspectiva filosófica.

E6: " al revisar la historia de los modelos atómicos aprendí que la reconstrucción histórica de un concepto sienta las bases para una explicación lógica y coherente que permita mostrar de manera amplia lo que ocurre en un fenómeno físico"

E15: El ejercicio filosófico nos abrió una nueva manera de pensar en leyes físicas al intentar clasificarlas... también aprendimos a no aceptar fácilmente algo como verdadero, a preguntarse porque aceptarlo y plantearle preguntas a las teorías para comprobar su exactitud. También nos planteamos que comprender un conocimiento significa poder explicarlo de una manera clara y sencilla.

E20: "la conclusión que me queda es que debemos construir nuevas maneras de observar para entender más aun lo que pase en nuestro entorno y encontrar nuevas maneras de explicar lo que ocurre a nuestro alrededor"

La principal diferencia con la anterior categoría, es que acá no solamente cuestionan sus formas de aprendizaje actual sino que proyectan futuros procesos para profundizar en su dominio de la física.

Para ello ven en la reconstrucción histórica un camino que les permitirá ampliar su capacidad de descripción y explicación de un fenómeno físico. También, ven la necesidad de revisar las convicciones que les hacen creer que una ley física es verdadera, posiblemente, en adelante reflexionarán sobre las razones que les permiten aceptar la veracidad más allá de la autoridad intelectual que puedan tener los proponentes de la teoría. Para ellos ahora es importante poder formularle preguntas a la teoría más que replicarla irreflexivamente. Adicionalmente, ven posible crear nuevas explicaciones para algo que ya comprenden.

E20: Los conceptos trabajados en torno a las líneas del tiempo nos llevaron a analizar la relación directa que existe entre la ciencia y la época en que ocurre, también la relación entre el cómo se pensaba la ciencia en la antigüedad a partir de análisis filosóficos y en la época moderna a partir de análisis más abstractos basados en las matemáticas actuales.

E18: En el debate filosófico concluimos que hacer filosofía es complicado y no es tan fácil como pensamos, al preguntar el porqué del porqué es difícil responderlo, pero al final se obtuvo una discusión buena llegando a respuestas construidas desde diferentes puntos de vista.

Observamos una modificación en sus percepciones sobre la ciencia en el sentido de que ahora consideran que un conocimiento no se construye solamente a través de la imitación del

discurso hegemónico, sino principalmente en medio de construcciones colectivas. Analizaron por qué a lo largo de la historia ha habido cambios no solamente en la evolución de los conceptos sino que también en el lenguaje con el que se formulan dichos conceptos, sin desconocer que la filosofía sigue jugando un papel importante para construir ideas que den sentido a las explicaciones.

Reconocimiento del nivel de dominio de contenidos

Esta categoría de la metacognición es de suma importancia para el ejercicio docente ya que le da la oportunidad al estudiante, futuro profesor, de reconocer las fortalezas y limitaciones que tiene en su discurso científico, pero no para proponerse a enseñar en lo que es fuerte y ocultar en lo que es débil, sino para tomar conciencia sobre nuevos caminos a recorrer con el fin de consolidar su autonomía intelectual.

E5: ...estudiamos varios modelos de átomo, algunos con ideas un poco extrañas pero innovadoras en su momento, cómo decía Heisenberg "para comprender hay que desligarse de los conceptos antiguos y tratar de construir nuevos con lo que se tiene" esto aplica para nuestro caso ya que pudimos observar que la evolución del átomo se sabía que existía pero no se podía ver, no había ninguna representación pictórica... luego se construyeron el modelo del pudín de pasas, ...y así fuimos viendo que debemos estar siempre en permanente estudio"

Nótese que en este caso hay una toma de conciencia sobre el hecho de que sabían que el modelo de átomo tuvo un desarrollo histórico, pero no podían describir con exactitud en que consistió esa evolución, ni cómo fue que se pasó de un modelo de átomo imaginado como un punto a uno con orbitales o nubes electrónicas y en seguida se proponen a estudiar mas para aprender y tener argumentos para producir nuevos conocimientos.

En general, reconocieron que describir los modelos desde diferentes tipos de representación les ayuda a reconfigurar su conocimiento, como lo sintetiza E21,

E21: al revisar la historia del modelo atómico encontramos que en la antigua Grecia no se concebía la idea de que el átomo estuviera compuesto por otras cosas pues había un límite indivisible. En el modelo de Rutherford se establece que el átomo está compuesto por otras partículas, en el modelo de Bohr se habla de órbitas de los electrones, un núcleo con protones y neutrones, en el modelo de Schrödinger hay un núcleo pero en vez de órbitas tiene nubes de electrones. Esto muestra como el conocimiento avanza con nuevos desarrollos conceptuales que va ligado a nuevos lenguajes y puntos de vista que nosotros debemos estudiar.

Por otra parte, la mayoría de los estudiantes reflexionaron sobre cuanto tuvieron que cuestionar su propio conocimiento. Es decir, que entraron en dudas sobre si lo que sabían era verdad o no, o por lo menos pusieron en evidencia una cierta falta de dominio conceptual. A continuación se presentan ejemplos de este tipo de reflexión.

E17: en el ejercicio en el que discutimos sobre que es una ley física pudimos identificar que hay diferentes tipos, tales como ley universal, matemática, física, empírica y probabilística y pudimos clasificar fenómenos físicos en cada tipo de ley de acuerdo con sus características, así aprendimos a diferenciar cuáles leyes son universales y cuales son hechos singulares y cuestionamos hasta nuestro propio conocimiento.

E21: se realizó un ejercicio en el cual se pedía escoger un experimento, describirlo, explicarlo y argumentarlo, pero cuando hicimos el análisis de lo solicitado como explicación y argumentación nos dimos cuenta de que muchos habíamos cometido el error de poner en la argumentación otra vez la misma explicación o incluso la misma descripción, sabiendo que la argumentación es la justificación de lo que se explica, esto evidencia que al no dominar bien un tema se dan muchas vueltas sobre una misma idea.

E20: a partir de los ejercicios de análisis epistemológico evidenciamos que todos los estudiantes de este curso aún tenemos vacíos conceptuales en lo que concierne a la física.

E15: al realizar el debate filosófico pudimos reconocer la dificultad que tenemos en analizar el contenido y en intentar preguntar algo a partir de una teoría. Como docentes debemos plantearnos estrategias de re(conocimiento) y de diseñar estrategias hacia los demás, a partir de la historia, filosofía y epistemología, siempre reconociéndome a mí y a mis estudiantes.

E3: "... se evidencia en las líneas del tiempo personajes que la mayoría de los estudiantes no conocíamos y que no sabíamos que habían hecho aportes al tema, ya que en el colegio y la universidad muy pocas veces se hace el recorrido histórico para conocer un concepto, más bien lo que se conoce es el autor más nombrado... que se asocia a la definición actual del concepto.

Es de notar que estas reflexiones sobre su falta de dominio de contenidos, la empiezan a ver como una acción positiva, en donde obviamente tienen una sensación de no haber aprendido lo suficiente ni de la manera correcta, pero más que ello, les genera una oportunidad de aprendizaje, pues al reconocer sus limitaciones inmediatamente se proponen a superarlas con miras a tener mejores condiciones de explicación para sí mismos y para sus futuros estudiantes, como se ve en el siguiente ejemplo.

Autoevaluación y co-evaluación

Esta categoría indica la capacidad que desarrollan los estudiantes para compararse a sí mismos en diferentes momentos en una perspectiva de autoevaluación, y compararse entre pares en una perspectiva de co-evaluación, con el fin de establecer algún nivel de logro individual y colectivo. Este ejercicio de evaluación lo hacen espontáneamente con la intención de mejorar o de seguir creciendo y no tiene nada que ver con una nota sino principalmente con una revisión de lo que son y saben.

E13: un ejercicio fue el de los perfiles epistemológicos que consistía en una serie de preguntas sobre el tiempo con el fin de reconocer los perfiles, los cuales son realismo ingenuo, empirismo, racionalismo y surracionalismo"...la mayoría presentamos un buen porcentaje de realismo ingenuo al dar explicaciones simples pasando por alto conceptos muy importantes de la física para una buena explicación..."

E8: sobre la identificación de perfiles epistemológicos.. observé que todos tenemos algo característico de los cuatro perfiles, sin embargo la tendencia estaba entre el realismo ingenuo y el empirismo con un porcentaje menor en el racionalismo y poco de surracionalismo... esto nos muestra que debemos seguir mejorando en las explicaciones que damos con base en las teorías que hemos aprendido".

Observamos que los ejercicios basados en desarrollos epistemológicos fueron los que más favorecieron la auto evaluación y coevaluación, porque ellos fueron capaces de calificar sus producciones como "simples" lo que quiere decir que pueden imaginar una escala de valoración a partir de la identificación de perfiles epistemológicos. Sin embargo, no lo ven como un resultado definitivo sino más bien como una transición hacia formas más completas de organizar su conocimiento.

E5: "este ejercicio nos ayuda a comprender que no es simplemente decir que se ha logrado observar el átomo y ya, sino que hay partículas más pequeñas que lo componen fuera del electrón y del protón. Aprendí que nos encontramos según Bachelard en realismo ingenuo casi llegando al empirismo, ya que cuando empezamos la actividad algunos (entre esos yo) hizo un bosquejo de átomo muy simple, sin formulación matemática ni nada más. Pero hay un pequeño porcentaje que se encuentra el racionalismo porque establecieron muchas relaciones y ecuaciones."

E10: epistemológicamente hablando aprendí que para analizar un experimento... se debe entender en tres aspectos, el observador, lo observado y los observables... el observador es el individuo que trata de comprender un fenómeno con lo que

sabe... lo observado requiere distinguir variables, ...modificar estados del sistema... estudiar el comportamiento a partir de los sentidos... mientras que los observables requieren la extracción de alguna lógica y matemática para caracterizar adecuadamente el experimento. Entendí que es normal que todos pensemos diferente sobre un mismo tema pero que podemos construir conocimiento cuando debatimos en grupo.

En el caso del ejercicio sobre la observación de un objeto, caracterizan las diferencias que habrían entre el observador, lo observado y lo observable. Para ellos, queda claro que observar no es un simple ejercicio de “ver” pero también al describir lo que observan encuentran que no hay un solo lenguaje, sino que tienen que llegar a consensos sobre los términos y las representaciones que utilizan. Este resultado se logró luego de reflexiones y debates colectivos en donde contrastaban sus resultados de la observación y analizaban quien podría tener una descripción, explicación y argumentación más completa sobre lo observado y como llegar a consensos.

Conclusiones

En primer lugar evidenciamos que es pertinente la formación en la dimensión disciplinar de la Didáctica de la física desde la historia, filosofía y epistemología, porque nos permitió contribuir al desarrollo de las formas de pensar de los docentes respecto de la misma disciplina científica que enseñan y respecto de los conocimientos necesarios para tratar este contenido científico en un ámbito escolar con el fin de contribuir a la formación de sujetos.

El desarrollo de procesos metacognitivos para el re(conocimiento) de su saber fue evidente en aspectos como las reflexiones sobre su propio proceso de aprendizaje. En medio de las actividades ellos fueron encontrando que hay diferentes formas de aprender la física y que ellos han aprendido siempre con una tendencia única a partir del estudio de las leyes y los conceptos en torno a las ecuaciones. En este escenario consideran que es importante aprender a “observar” la naturaleza, lo cual es más que “ver” o entender su representación matemática.

Específicamente hicieron referencia a la necesidad de aprender a distinguir el observador de

lo observable y lo observado. Tomaron conciencia del desconocimiento que tienen sobre los orígenes y el desarrollo de algunos conceptos básicos que saben mencionar e inclusive representar, pero que al verse enfrentados a producir procesos de explicación encuentran que carecen de sentido para sí mismos.

A partir de este análisis, formulan propuestas para enriquecer su propio conocimiento, por ejemplo, en torno a análisis de la evolución histórica de los conceptos, la identificación de perfiles epistemológicos, o simplemente cuestionándose sobre el origen de las verdades establecidas. Reconocen la importancia de hacer reconstrucciones históricas de los conceptos que se proponen a enseñar.

Los estudiantes encontraron que tienen un nivel de conocimiento de ciertos contenidos, pero que se hace necesario organizar mejor sus ideas para poderlas expresar y sobretodo poderlas explicar para que otras personas comprendan y así saber si existe coherencia entre lo que dicen y lo que creen.

La auto evaluación y co-evaluación espontáneas, surgen cuando analizan lo que va ocurriendo en los diferentes ejercicios porque juzgan que deberían tener menos confusiones de las que se les presentaron. Lo interesante es que ejecutan para sí mismos una evaluación en el sentido de revisar para mejorar y para no repetir con sus futuros alumnos los mismos procesos que los llevaron a ciertos estados de confusión.

Finalmente, hubo un reconocimiento sobre la importancia de formarse adecuadamente y desde una perspectiva interdisciplinar, para ejercer la profesión de enseñar. Reconocen que el estudio de la filosofía, historia y epistemología de la física les permite profundizar en el conocimiento de la física y les ofrece alternativas para diseñar otras formas de tratar este conocimiento en contextos escolares.

Agradecimientos

Este trabajo es desarrollado en el marco del proyecto de investigación titulado “relaciones entre los resultados de investigación en enseñanza de las ciencias y las prácticas docentes” financiado por el Instituto de Estudios e Investigaciones Educativas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Referencias

- Bardin, L. (2002) *Análise de Conteúdo*. Original publicado em 1977. Tradutores Luís A. Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70. 223p.
- Cahchapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. (2002) *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das ciências*. M.E. Lisboa.
- Campanario, J. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 369-380.
- Castiblanco, O. L. (2013). *Uma estruturação para o ensino de didática da física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área..* 275f. Tesis (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.
- Castiblanco, O. & Nardi, R. (2015). Epistemology as an aid in metacognitive excersice in order to teach didactics of physics for future teachers. En J. e. Lavonen, *Science Education Research: engaging learners for a sustainable future* (Vol. 4). Helsinki, Finland: ESERA.
- Denzin, N.; Lincoln, Y. (2006). Introdução: A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: Denzin, et al. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2th. ed. Porto Alegre: Artmed,. 432p.
- Gustone, R., & Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16 (5), 523-537.
- Marcel, V., Veenman, H. B., Van Hout, & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning* .
- Martins, A.F.P.; Pacca, J.L.A. O (2005). Conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Investigações em Ensino de Ciências*; Porto Alegre, v.10, n.3, p.1-34
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: the role of History and Philosophy of Science* (Vol. 1). New York, NY, EEUU: Routledge.
- Matthews, M. (2009). History, philosophy, and science teaching: The new engagement. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10 (1).
- Nardi, R., & Castiblanco, O. (2014). *Didática da Física* (Vol. 1). (UNESP, Ed.) Sao Paulo, SP, Brasil: Cultura Academica.
- Papaleontiou-Louca, E. (2008). *Metacognition and Theory of Mind*. Newcastle, UK: Cambridge Scholars Publishing.

GLOBAL  KNOWLEDGE
ACADEMICS

