Desenvolvimento Curricular e Didática

VSIACTS

Proyecto de investigación predictivo del rendimiento escolar de indagacion de ciencias en contexto mediante un modelo de ecuaciones estructurales

Predictive research project on school performance on a context of science research through a structural equations model

Bartolomé Vázquez-Bernal
Universidad de Huelva
bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

Roque Jiménez-Pérez
Universidad de Huelva
rjimenez@uhu.es

Resumo:

A realização de pequenas investigações científicas contextualizadas é uma ferramenta central neste trabalho, que não deixa de considerar diversos condicionamentos presentes no processo de aprendizagem, tais como cognitivos, afetivos e sociais, entre outros. Tendo em conta a preocupação com o desinteresse dos alunos pelas ciências experimentais e a importância da abordagem ao conteúdo específico, este estudo se concentra em um conteúdo concreto (Lei de Hooke) em determinado nível, para tentar desenvolver um constructo teórico preditivo para estudantes de 12-13 anos em dois cursos sucessivos. Os professores envolvidos pertencem a departamentos de ciências experimentais de várias escolas secundárias em Andaluzia (Espanha). O modelo preditivo que queremos implementar é baseado em cinco constructos teóricos (Dificuldades na Resolução de Problemas, Emoções Positivas e Negativas na Aprendizagem de Ciências, Modelo de Pesquisa Escolar, Autoregulação / Autoeficácia e Autoconceito), decorrentes da implementação de vários questionários já validados. Nossa hipótese de partida é que podemos ligar as dificuldades em RP, as emoções positivas e negativas em jogo, o desenvolvimento da pesquisa em sala de aula, a autoregulação e a autoeficacia e o autoconceito do aluno para prever o desempenho num teste avaliação das aprendizagens (validados no estudo piloto).

Palavras-chave: Ciência em Contexto; desempenho escolar; modelização de equações estruturais.

Resumen:

La realización de pequeñas investigaciones de ciencia contextualizada es un instrumento central en este trabajo, sin embargo, existen diversos condicionamientos que acompañan al proceso de aprendizaje, tantos cognitivos, afectivos y sociales, entre otros. Compartiendo la preocupación por la desafección del alumnado por las ciencias experimentales y la depencia del contenido específico que se aborda, el estudio se centra en un contenido concreto (ley de Hooke) y en un nivel determinado, para tratar de elaborar un constructo teórico predicitivo para alumnado de 12-13 años en dos cursos sucesivos. El profesorado implicado pertenece a departamentos de ciencias experimentales de varios centros de enseñanza secundaria de Andalucía (España). El modelo predictivo que deseamos implementar se basa en cinco constructos teóricos (Dificultades en la Resolución de Problemas, Emociones positivas y negativas en el aprendizaje de la Ciencias, Modelo de Investigación Escolar, Autorregulación/Autoeficacia y Autoconcepto), que surgen de la aplicación de diversos cuestionarios ya validados. Nuestra hipótesis de partida es que podemos

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

vincular las dificultades en la RP, las emociones positivas y negativas puestas en juego, el desarrollo de investigaciones en el aula, la autorregulación y la autoeficacia y el autoconcepto del propio estudiante para predecir el rendimiento en una prueba de evaluación de los aprendizajes (validada en el estudio piloto).

Palabras-claves: Ciencia en Contexto, rendimiento escolar, modelización de ecuaciones estructurales.

Abstract:

Conducting small contextualized science researches is essential to this study, even though there are several conditions that monitor the learning process, such as cognitive, affective, social, and others. We share the concern on student dissatisfaction towards experimental sciences and for the growing dependence on specific content. That is why, this study, while focusing on a specific content (Hooke's law), directed at 12 and 13 year-old students from two courses, tries to create a theoretical construct predictive of school success. All teachers involved belong to the experimental sciences departments of several secondary schools in Andalusia (Spain). The predictive model that we want to implement is based on five theoretical constructs: Difficulties in Problem-Solving; Positive and Negative Emotions on Sciences' Learning; Academic Research Model; Self-Regulation/Self-Efficiency; and, Self-Concept. These emerged from various questionnaire surveys already validated. Our hypothesis is that we can link problem-solving difficulties, positive and negative emotions in play, the development of research in the classroom to the students' own self-regulation, self-efficiency and self-concept to predict school performance through an assessment test, which achieved validation during the pilot study.

Keywords: Science in Context, school performance, structural equation modelings.

Introdución

A lo largo de diversos años, hemos venido trabajando en proyectos relacionados con las competencias científicas del alumnado desde la indagación y de una forma transversal en el área Científico-Tecnológica-Sociedad, creyendo necesaria la vinculación de temáticas científicas abstractas a situaciones de aplicaciones concretas y accesibles a la realidad circundante del alumnado (Galagovsky, 2004), compartiendo la preocupación de determinados autores (Solbes, 2011) por la desafección del alumnado por las ciencias experimentales. En este sentido, nos hemos basado en construcciones teóricas recientes de modelizaciones para la investigación escolar a través de ecuaciones estructurales (Vázquez-Bernal & Jiménez-Pérez, 2016), uno de cuyos aspectos reside en el hecho de dar oportunidades al alumnado para validar sus propios aprendizajes. La realización de pequeñas investigaciones de ciencia contextualizada es un instrumento central en nuestro esquema teórico, sin embargo, pensamos que existen otros condicionamientos que acompañan al proceso de aprendizaje y decidimos centrarnos en algunos: obstáculos y dificultades en la realización de los problemas escolares, autoeficacia en la realización de las tareas, aspectos emocionales, percepción e imagen de sí mismo por el alumnado (autoconcepto). Sin embargo, conscientes de la importancia que un contenido específico ofrece tanto a los procesos de enseñanza (Friedrichsen, Abell, Pareja, & Brown, 2009), como de aprendizaje (Abd-El-Khalick et al.,

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

2004), asumimos la posibilidad de abordar un contenido concreto (ley de Hooke) y en un nivel determinado, para tratar de elaborar un constructo teórico predicitivo para alumnado de 12-13 años, tomando en consideración los anteriores condicionantes.

Contextualización teórica

Astolfi (1999) indicaba seis características de los obstáculos que afectan al aprendizaje del alumnado: su interioridad, su fácil acomodo intelectual, su positividad (conocimiento cotidiano), ambigüedad, polimorfismo, transversalidad y recurrencia. Estas características afectan tanto al profesor, como a su propio alumnado, entrando en una espiral de dificultades que se retroalimentan, si bien, en el proyecto que aquí exponemos, decidimos centrarnos en las dificultades que el alumnado encuentra en su aprendizaje y, en un aspecto clave en la ciencia escolar contexctualizada, la resolución de problemas o RP (en su acepción más amplia), tanto de lápiz y papel, como de laboratorio.

Pozo y Gómez (1998) y García (1998), ya teorizaban, en su momento, sobre la epistemología del conocimiento escolar, integrado por diversos tipos de conocimientos, aceptando que la enseñanza debía enriquecer el conocimiento cotidiano, complejizándolo y favoreciendo la interpretación y actuación de los sujetos (el alumnado) en el mundo que los rodea. En este punto, entra en acción el concepto de "Competencia Científica", el cual conjuga una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto. Por su parte, para mejorar el interés de los estudiantes por su aprendizaje y para que desarrollen sus competencias científicas, se ha propuesto contextualizar la ciencia que se enseña (Blanco y Mora, 2012). Esto supone un proceso de complejización, que puede favorecer la integración-enriquecimiento del conocimiento cotidiano a través del conocimiento científico.

Autores como Cañas, Martín y Nieda (2009) explicitan que la competencia científica implica un conjunto de procesos interrelacionados: identificar cuestiones científicas investigables por parte de las ciencias, explicar fenómenos científicamente y utilizar pruebas. Por su parte, otros autores consideran que, el uso de pruebas, es una parte central de los procesos de argumentación (Jiménez, Bravo, & Puig, 2009). A lo largo de este trabajo, asumiremos que competencia científica es "*la capacidad de utilizar el conocimiento científico, aplicar la metodología científica y ser consciente del papel que ejercen la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad y en el medio ambiente*" (CECDJA, 2014, p. 17).

Un segundo aspecto, junto al de los obstáculos del alumnado en la RP, es el de la motivación, así, según Zimmerman (2002, 2008), aquellos alumnos/as con capacidad de autorregulación, participan de forma activa en su aprendizaje, tanto desde el punto de vista metacognitivo, como motivacional y comportamental. Desde el principio de la primera década de este siglo, el modelo de autorregulación de Pintrich (2000, 2003) se ha convertido en un marco global y comprensivo para analizar los distintos procesos cognitivos, afectivos, comportamentales y contextuales. Se basa en una perspectiva sociocognitiva y está organizados en cuatro fases: a) planificación; b) autobservación; c) control; d) evaluación.

Por su parte, Zusho y colaboradores (2003), investigaron cómo el nivel de motivación y el uso de estrategias cognitivas y autorreguladoras, se asociaban al rendimiento del alumnado de ciencias.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Se halló que, si bien la motivación disminuía a lo largo del curso, los componentes motivacionales y la auto-eficacia resultaban los mejores predictores de su rendimiento. Torrano y González (2004), en su revisión sobre el aprendizaje autorregulado, expresan que estos alumnos se sienten agentes de su conducta, creen que el aprendizaje es un proceso proactivo, están automotivados y usan las estrategias que les permiten lograr los resultados académicos deseados, en esencia, poseen control sobre la motivación y sus emociones. Pugh y su colaboradores (2010), han puesto de manifiesto en sus investigaciones, la relación entre el conocimiento profundo adquirido y el nivel de implicación y motivación en el alumnado, si bien, en aspectos concretos del aprendizaje de la ciencia. Nosotros, en nuestro trabajo, incidiremos en aspectos relacionados con la metacognición. Así, se ha sugerido que el estudio de los procesos metacognitivos, afectivos y sociales, conllevan al estudio de dos constructos que se relacionan entre sí y que sostienen de forma efectiva a los procesos enunciados, la autorregulación y la autoeficacia (Encarnação, Jiménez-Pérez, & Vázquez-Bernal, 2013). La relación entre la autorregulación, autoeficacia y la motivación es que la autoeficacia figura en el primer marco de las estrategias autoregulatorias, aquel que desarrolla competencias motivacionales. Ya algunas modelizaciones han puesto de manifiesto que junto a los procedimientos, la conceptualización y la capacidad de interactuar, también la autoeficacia predice bastante bien el éxito escolar (Taasoobshirazi & Glynn, 2009).

Un tercer aspecto del proyecto es el papel de las "emociones" en la didáctica de las ciencias experimentales y, en concreto, en la percepción del alumnado. En la investigación en didáctica de las ciencias se ha incidido, sobre todo, en los factores cognitivos de la enseñanza y el aprendizaje de las distintas materias de ciencias, descuidando el dominio afectivo y emocional (Mellado et al., 2014). La psicología ya lleva tratando a las emociones desde hace años, pero como los propios psicólogos reconocen (Manassero, 2013), a pesar de los avances epistemológicos de las distintas orientaciones filosóficas sobre la naturaleza de la ciencia, en la enseñanza de las ciencias ha imperado una abusiva orientación positivista que, de hecho, en la mayoría de los casos ha excluido los factores sociales, culturales o afectivos, tildados como impropios o acientíficos, por oponerse a la objetividad de la ciencia (Vázquez & Manassero, 2007). En nuestro estudio, pretendemos indagar la forma en que las emociones (positivas y negativas), influyen en el rendimiento escolar, si bien, en un contenido concreto, como se ha explicado.

Un cuarto pilar es el empleo de un constructo elaborado para la modelización de los procesos de investigación en el aula de ciencias escolar (Vázquez-Bernal & Jiménez-Pérez, 2016). Su objetivo es la modelización teórica de un constructo sobre la investigación escolar en ciencias experimentales, con especial incidencia en un aprendizaje de las ciencias en contexto, orientada a la vida diaria, a la implicación socioambiental y a la formación ciudadana, cercano a lo que ha venido a llamarse enfoques de contextualización CTS (Jiménez-Tenorio & Oliva, 2016). El estudio se llevó a cabo con una muestra incidental de alumnado con un amplio rango de edades y diversos niveles educativos que participaron en un proyecto sobre el uso de trabajos prácticos en ciencia y tecnología. El instrumento consiste en un cuestionario tipo Likert que indaga en cuestiones conceptuales, en procedimientos científicos, emisión de hipótesis, realización de informes de investigación y actitudes hacia la ciencia y tecnología en un abanico muy amplio de problemas de investigación de ciencias escolar contextualizada. Se estimó un modelo teórico con tres factores de primer orden (experiencial, conceptual y explicativo) y otro factor de tercer orden (factor integrador). El modelo diseñado no se rechazó y puede proporcionar una base inicial para comprender cómo percibe el

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

alumnado los trabajos experimentales en ciencias y tecnología.

Por último, la percepción de sí mismo y la imagen proyectada de los adolescentes constituye otra referencia en nuestro trabajo. Algunas investigaciones han puesto de manifiesto que el autoconcepto y la autoestima en los adolescentes españoles poseen un peso muy significativo en su rendimiento escolar (Crespo, Gómez, & Barragán, 2013), ocasionando disrupcciones emocionales y cognitivas, sin descartar la influencia de la familia (Hernando, Oliva, & Pertegal, 2012). La autoestima, por tanto, de las personas adolescentes es un asunto relevante en sí mismo y para su propio proceso educativo, por su relación con un estado emocional favorable para el logro de un desempeño escolar (Silva-Escorcia & Mejía-Pérez, 2015).

Metodología

El objetivo fundamental del proyecto es la elaboración de un constructo teórico sobre la predicción del rendimiento escolar a través de la modelización de ecuaciones estructurales, centrado en la Ley de Hooke para alumnado de 12-13 años. Estos es así, porque investigaciones recientes, han demostrado que el conocimiento didáctico del contenido específico de un tópico es un concepto que representa el conocimiento que un profesor utiliza en el proceso de enseñanza y que está en continua evolución/construcción e interacción con el contexto, especialmente, el alumnado (Garritz, 2013). Nuestra hipótesis de partida es que podemos vincular las dificultades en la RP, las emociones positivas y negativas puestas en juego, el desarrollo de investigaciones en el aula, la autorregulación y la autoeficacia y el autoconcepto del propio estudiante para predecir el rendimiento en una prueba de evaluación de los aprendizajes.

El profesorado implicado en el proyecto pertenece a diversos centros educativos de Andalucía (España), a sus departamentos de Ciencias Experimentales, sumando en la actualidad unos 10 profesores/as, aunque el número, deseamos, irá en ascenso. También pertenece profesorado de Universidades públicas de Andalucía y Extremadura.

A lo largo del curso 2014-2015 se implementó un estudio piloto con un curso de 30 alumnos/as. Se desarrolló el contenido en el aula, con especial atención al laboratorio e incidiendo en la vida cotidiana del alumnado, con un proceso que implicaba resolución de problemas, tanto prácticos como de papel, así como memorias de investigación por el alumnado. Además, se elaboró una prueba de evaluación que incidiera en aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, además de abarcar aspectos que estuviesen relacionados con esa vida cotidiana del alumando. En este estudio se implementaron todas las medidas que garantizasen el anonimato completo del alumnado, pues la información que se transmite por parte de ellos es muy sensible. Posteriormente, se pasó un conjunto de cuestionarios de tipo Likert para su realización por el alumando, en la idea de mejorar su comprensión de todos los textos empleados. Una vez realizado el estudio piloto, centrado sobre todo en la realización y puesta a punto de cuestionarios, pruebas de evaluación y protocolos de actuación, pues la muestra es muy baja como para realizar una modelización, a lo largo de los dos cursos siguientes (curso 2014-2015 y 2015-2016), hemos procedido a la implementación del estudio. Se procede en dos cursos para disponer de una muestra amplia de alumnos/as que permita dar fiabilidad y validez a la modelización, objetivo último de este proyecto. Disponer de una muestra elevada es asunto primordial en la Modelización por Ecuaciones Estructurales (MES). Esta es la razón fundamental para realizarlo en dos cursos sucesivos.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

El modelo predictivo que deseamos desarrollar se basa en la construcción de otros cinco constructos teóricos, como hemos especificado con anterioridad, cada uno están basados en cuestionarios hallados y desarrollados por especialistas y validados por jueces (Figura 1). Estos cinco constructos son:

1. Dificultades en la Resolución de Problemas (12 variables).
2. Emociones positivas y negativas en el aprendizaje de la Ciencias (22 variables).
3. Modelo de Investigación Escolar (6 variables).
4. Autorregulación y Autoeficacia (10 variables).
5. Autoconcepto (30 variables).

La mayoría de los constructos deberán ser desarrollados internamente (constructos 1, 2, 4 y 5). En este sentido, vamos a mostrar algunos de los pasos que se están habilitando con las ejemplificaciones de los constructos Dificultades en la Resolución de Problemas y Emociones Positivas y Negativas en el aprendizaje de las Ciencias. Para ambos constructos hay que disponer de una base de datos muy amplia, por lo que estamos haciendo partícipes a un gran número de centros de diferentes países (en una investigación paralela que busca diferencias significativas entre el alumnado de esos países para ambos constructos). Se están utilizando Cuestionarios de Google Drive por su fácil acceso e interfaz intuitivos, así como su traducción a las diferentes lenguas (español, portugués, inglés, francés y alemán). Poseemos una base de datos de 250 casos válidos por país (España, Brasil, Argentina, México, Argentina) y estamos en proceso de realización de otros países (Costa Rica, Francia, Portugal, Alemania). Deseamos seguir expandiendo la base de datos con la inclusión de más países.

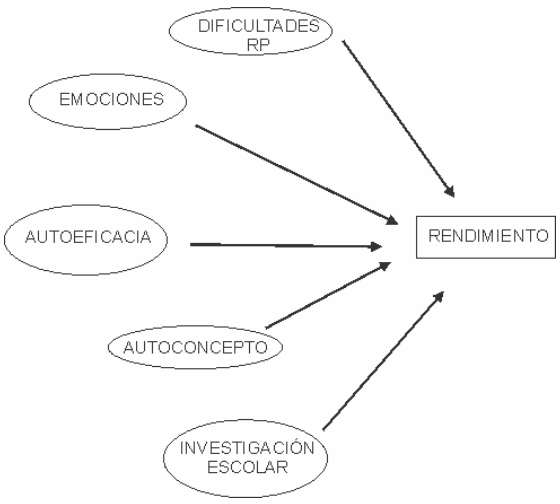

Figura 1. Hipótesis de relaciones causales para la predicción del rendimiento escolar(Ley de Hooke).

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

El estudio es de naturaleza no experimental, más concreto, ex-post-facto (Latorre, Rincón y Arnal, 1996). Para disminuir el sesgo sistemático, como se ha explicado, debe disponerse de una gran cantidad de información en forma de una elevada muestra, así, evitamos problemas de especial insensibilidad a la no normalidad de los datos, es decir, tratamos de disponer de un elevado número de casos que compense la previsible falta de normalidad (Cupani, 2012), para lo cual se decidió incluir el valor central de la escala. Se trata de una escala tipo Likert clásica con un valor que va desde 1 (nada de acuerdo), hasta 5 (muy de acuerdo). Es importante recalcar que los cuestionarios se aplican en contextos naturales. La idea es desarrollar un modelo de primer orden, el modelo de medida que dé cuenta de cómo las variables exógenas (12 variables en el caso del constructo de la Resolución de Problemas y 22 variables en las Emociones positivas y negativas) dependen de las endógenas. Para cada una de las variables indicadoras debe incluirse una variable denominada error, la cual representa más que meras fluctuaciones al azar, indicando aspectos no medidos en este estudio de los cuales podría depender (Hoyle, 2011). Para evitar problemas de identificación, se asigna el valor arbitrario 1 (una forma indirecta de elegir una unidad de medida para el error).

En el caso de las emociones, diversas investigaciones dan cuenta de que estas poseen un fuerte impacto en el alumnado (Sinatra, Broughton y Lombardi, 2014), por lo que desde el principio nos pareció oportuno conocer qué papel podrían desempeñar en el modelo. Una primera aproximación nos indicaría que existen dos factores latentes claramente delimitados, un factor de naturaleza positiva (que incluiría a todas las emociones positivas) y otro factor negativo (que incluiría todos los aspectos de rechazo al aprendizaje del contenido). Por su parte, respecto a la resolución de problemas, estudios previos indican la existencia de factores latentes que incidirían en consideraciones epistemológicas, psicológicas, didácticas y personales (Vázquez-Bernal & Jiménez-Pérez, 2001). La segunda parte de este proceso se busca el llamado modelo estructural, es decir, cómo las variables latentes se relacionan unas con otras. En el modelo que debe proponerse, cada uno de los factores latentes debe poseer un grado de error asociado al que se denomina errores residuales.

Los instrumentos de recogida de información, que corresponden a las fuentes de información para los cinco constructos anteriores, han sido validados y proceden de la literatura al respecto, como hemos especificado con anterioridad:

1. Cuestionario sobre dificultades en la Resolución de Problemas de Química (Oñorbe, 1995, 1996).
2. Cuestionario sobre Emociones Positivas y Negativas en el aprendizaje de la Química (Borrachero, Costillo, & Melo, 2013).
3. Cuestionario sobre Investigación Escolar (Vázquez-Bernal & Jiménez-Pérez, 2016).
4. Cuestionario sobre Autorregulación y Autoeficacia (Encarnaçao et al., 2013).
5. Cuestionarios sobre Autoconcepto (García y Musitu, 2014).

El alumnado contesta a los cuestionarios a través de un enlace en Google Drive que permite, a su vez, garantizar el anonimato, para ello e incidir en este aspecto, contamos con la colaboración de alumnado responsable de asignar los códigos a cada alumno/a y que ellos solo conocen, para después confrontarlo con las pruebas de evaluación. Estos códigos que enlazan respuestas-

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

calificación son destruidos, sin que los investigadores conozcan la asociación.

La información se tratará con el programa AMOS-SPSS©. Se trata de un programa bastante intuitivo en su interfaz, si bien, la elaboración teórica que está detrás es bastante compleja (Arbuckle, 2011), pues supone, como ya hemos especificado, la elaboración de un modelo teórico a través de la modelización de ecuaciones estructurales en fenómenos complejos reales (Batista & Coenders, 2000).

Conclusiones

El estudio que estamos desarrollando en la actualidad, tiene por objetivo predecir el rendimiento de alumnado de secundaria obligatoria (12-14 años), a partir de la modelización con ecuaciones estructurales, teniendo en cuenta factores relacionados con la dificultades en la resolución de problemas, las emociones positivas y negativas puestas en juego, el desarrollo de investigaciones de ciencia contextualizada en el aula, la autorregulación y la autoeficacia y el autoconcepto del propio estudiante. Nuestra hipótesis de partida es que podemos vincular los factores anteriores para predecir el rendimiento en una prueba de evaluación de los aprendizajes. Sin embargo, al ser un estudio con tantas variables, el número de casos necesarios debe ser elevado para garantizar la fiablidad y la significatividad del mismo.

Esta pretensión del estudio no es nueva, pues algunas investigaciones han puesto de relieve que, en la enseñanza de la química, en alumnado de enseñanza secundaria y en un ambiente escolar de indagación (Nehring, Nowak, zu Belzen, & Tiemann, 2015), las variables cognitivas tienen más importancia que variables de otra naturaleza, como por ejemplo, motivacionales y sociodemográficas. En cambio, otros estudios (Ozel, Caglak, & Erdogan, 2013), a partir de los resultados de pruebas PISA, encontraron que los factores afectivos, como la actitud y la motivación, contribuyeron al logro positivo en ciencias, utilizando el modelado estructural, esta contribución de los factores afectivos es significativa, afectando de manera positiva o negativamente al rendimiento en ciencias de alumnos/as de 15 años de edad. Algunas modelizaciones han hallado que el autoestudio y la autodisciplina (en definitiva la autorregulación), eran fundamentales para predecir el rendimiento del alumnado (Torenbeek, Jansen, & Suhre, 2013).

Para concluir, aunque no es un objetivo central del trabajo que presentamos, sí posee un efecto colateral, pues las dinámicas colaborativas en las prácticas docentes constituyen una potente herramienta de formación del profesorado, del que se benefician estos y su alumnado. Estas dinámicas son necesarias si realmente se desea promover en el alumnado la investigación, la metacognición y el interés por la Ciencia y la Tecnología, sin embargo, debemos conocer el grado de influencia, a través de la indagación en el aula, que ejercen sobre el aprendizaje del alumnado y cómo se relacionan con características personales del propio alumnado, una relación que prevemos interesante y que nos ayudaría a replantearnos algunas de las actividades que se implementan en el aula, siendo conscientes del papel del conocimiento previo y las hipótesis como eje vertebrador del proceso de aprendizaje, en el que el alumnado se ve implicado en su propio aprendizaje y donde el laboratorio es una herramienta potente de motivación (Tenreiro-Viero & Marques, 2006).

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Referencias

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M, Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *International Journal of Science Education*, *38*(3), 397-419.

Arbuckle, J. L. (2011). *IBM SPSS AMOS 20 User's Guide*. Armonk: IBM Corporation.

Astolfi, J. P. (1999). *El error, un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.

Batista, J. M., & Coenders, G. (2000). *Modelos de ecuaciones estructurales*. Madrid: La Muralla/ Hespérides.

Blanco, A., & Rodríguez Mora, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.

Borrachero, A. B., Costillo, E., & Melo, L. V. (2013). Diferencias en las emociones como estudiante y docente de asignaturas de ciencias de secundaria. In V. Mellado, L. J. Blanco, A.B. Borrachero y J. A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 371-391). Badajoz, España: DEPROFE.

Cañas, A., Martín, M. J., & Nieda, J. (2009). Definición y secuenciación de la competencia científica en la LOE. *Aula de Innovación Educativa*, 186, 7-9.

CECDJA (2014). *Guía de Evaluación de la competencia básica en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural*. Sevilla: AGAEVE.

Coenders, G., Batista, J. M., & Saris, W. S. (2005). *Temas avanzados en modelos de ecuaciones estructurales*. Madrid: La Muralla.

Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, (1), 186-199.

Crespo, G. S., Gómez, F. J., & Barragán, V. M. (2013). Autoestima y autocontrol en adolescentes: una reflexión para la orientación educativa. *Revista de Psicología*, *15*(2), 201-221.

Encarnação, C. M., Jiménez-Pérez, R., & Vázquez-Bernal, B. (2013). Procesos metacognitivos, afectivos y sociales en el aprendizaje de las reacciones químicas en alumnos de tercer ciclo, en Portugal. In V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero, & J. A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 461-480). Badajoz, España: DEPROFE.

Friedrichsen, P., Abell, S., Pareja, E., & Brown, P. (2009) Does Teaching Experience Matter? Examining Biology Teachers Prior Knowledge for Teaching in an Alternative Certification Program. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(4), 357–383.

Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, *22*(2), 229–240.

García, E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

García, F., & Musitu, G. (2014). *Autoconcepto Forma 5 (*4.ª Ed.). Madrid: TEA.

Garritz, A. (2014). Pedagogical Content Knowledge. *Encyclopedia of Science Education*. Springer online (print version forthcoming in 2014). Retrived from http://www. springerreference. com/docs/html/chapterdbid/303055.html

Hernando, Á., Oliva, A., & Pertegal, M. Á. (2012). Variables familiares y rendimiento académico en la adolescencia. *Estudios de Psicología*, *33*(1), 51-65.

Hoyle, R. H. (2011). *Structural Equation Modeling for Social and Personality Psychology*. London: SAGE Publications Ltd.

Jiménez, M. P., Bravo, B., & Puig, B. (2009). ¿Cómo aprende el alumnado a usar y evaluar pruebas? *Aula de Innovación Educativa*, 186, 10-12.

Jiménez-Tenorio, N., & Oliva, J. Mª (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13*(1), 121-136.

Latorre, A., Rincón, D., & del Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.

Manassero, M. A. (2013). Emociones: del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J. Cárdenas (eds.): *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*, Vol.I (pp. 3-18) Badajoz: DEPROFE.UEX.

Marsh, H. W., & Hocevar, D. (1985). Application of confirmatory factor analysis to the study of self-concept: First-and higher order factor models and their invariance across groups. *Psychological bulletin*, *97*(3), 562.

Mateos-Aparicio, G. (2011). Los modelos de ecuaciones estructurales: una revisión histórica sobre sus orígenes y desarrollo. In J. Mª Riobóo, & I. Riobóo (Coord.), *Historia de la probabilidad y la estadística* (V, pp. 289-301). Santiago de Compostela (España): A.H.E.P.E.

Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C. Sánchez, J. Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, Jiménez, R., & Bermejo, L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 11-36.

Membiela, P. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *20*(3), 443-450.

Nehring, A., Nowak, K. H., zu Belzen, A. U., & Tiemann, R. (2015). Predicting Students' Skills in the Context of Scientific Inquiry with Cognitive, Motivational, and Sociodemographic Variables. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1343-1363.

Ozel, M., Caglak, S., & Erdogan, M. (2013). Are affective factors a good predictor of science achievement? Examining the role of affective factors based on PISA 2006. *Learning and Individual Differences*, 24, 73-82.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego, CA: Academic Press.

Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, *95*(4), 667-686.

Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.

Romera-Iruela, M. J. (2011). La investigación-acción en la formación del profesorado. *Revista Española de Documentación Científica*, *34*(4), 597-614.

Silva-Escorcia, I., & Mejía-Pérez, O. (2015). Autoestima, adolescencia y pedagogía. *Revista Electrónica Educare*, *19*(1), 241-256.

Simonneaux, L. (2008). Argumentation in Socio-scientific Contexts. In S. Erduran, & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (pp. 179-199). United Kingdom: Springer.

Sinatra, G. M., Broughton, S. H., & Lombardi, D. (2014). Emotions in science education. In R. Pekrun, & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 415-436). New York (USA): Routledge.

Solbes, J. (2011): ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *67*, 53-61.

Taasoobshirazi, G., & Glynn, S. M. (2009). College students solving chemistry problems: A theoretical model of expertise. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(10), 1070-1089.

Tenreiro-Viero, C., & Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*, *3*(3), 452-466.

Torenbeek, M., Jansen, E., & Suhre, C. (2013). Predicting undergraduates' academic achievement: the role of the curriculum, time investment and self-regulated learning. *Studies in Higher Education*, *38*(9), 1393-1406.

Torrano, F., & González, M. C. (2004). El aprendizaje autorregulado: presente y futuro de la investigación. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, *2*(1), 1-34.

Vázquez-Bernal, B., & Jiménez-Pérez, R. (2001). Evaluación de obstáculos sobre la resolución de problemas en Profesores en formación inicial. In *Actas del VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Retos de la Enseñanza de las Ciencias en el siglo XXI* (Tomo I, pp. 411-412). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de Ciències de l'Educació.

Vázquez-Bernal, B., & Jiménez-Pérez, R. (2016). Modelización de un constructo teórico sobre la percepción del alumnado en procesos de indagación en ciencias. *Revista de Psicodidáctica*, *21*(1), 25-44.

Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *4*(2), 247-271.

Indagatio Didactica, vol. 8(1), julho 2016 ISSN: 1647-3582

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming self-regulated learned: An overview. *Theory into Practice*, 41, 64-72.

Zimmerman, B. J. (2008). Investigating Self-Regulation and Motivation: Historical Background, Methodological Developments, and Future Prospects. *American Educational Research Journal*, *45*(1), 166 –183.

Zusho, A., Pintrich, P. R., & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, *25*(9), 1081-1094.