



PERCEPCIONES SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA AL CONSTRUIR ABP POR FUTUROS PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

Autores Edith Herrera San Martín, Iván Sánchez Soto. eherrera@ubiobio.cl, Universidad del Bio-Bio e isanchez@ubiobio.cl, Universidad del Bio-Bio

Tema. Eje temático 3.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumen. El estudio describe cómo futuros profesores de ciencias y de matemática perciben el desarrollo de sus habilidades científico-investigativas al realizar un aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de investigación educacional cualitativa. La investigación se realizó bajo un enfoque mixto, los datos se recolectaron a través del portafolio digital en grupos colaborativos y un cuestionario individual al inicio y final. Para el analizar la competencia científica se consideró la dimensión conceptual, metodológica, actitudinal, y el componente didáctico-reflexivo. Los resultados señalan alta valoración de los estudiantes en la investigación realizada, expresan sus dificultades al delimitar el problema y la pregunta, al seleccionar información confiable, dificultades en la organización grupal por falta conectividad en pandemia. Destaca la reflexión crítica de su desempeño que acompañó cada etapa desarrollada del proyecto de investigación.

Palabras claves. Competencia científica, Aprendizaje Basado en Proyectos, Formación inicial profesores, Trabajo colaborativo.

Introducción

La suspensión obligatoria de las clases en todos los niveles educativos, con el confinamiento en casa de estudiantes y profesores, ha creado una red de efectos múltiples en todos los actores del proceso educativo. La sensación general de incertidumbre en pandemia requirió replantearnos propuestas formativas que más ser presentadas a los estudiantes desde la teoría, faciliten su participación activa y los involucren en experiencias de reflexión sobre la práctica docente para la construcción del conocimiento. Desde la didáctica de las ciencias se plantea la importancia en el desarrollo de las habilidades científicas-investigativas, puesto que contribuyen a la resolución de los problemas de la vida cotidiana y todo lo que ello conlleva el mundo actual (Pacheco, 2020).

En este sentido, se propone a futuros profesores de ciencias y matemática de una Universidad Bio-Bio, Chile en el curso de Investigación Educacional Cualitativa abordar una problemática educativa que emerge del contexto escolar al realizar su práctica pedagógica virtual, con la incorporación de aspectos procedimentales y epistemológicos propios de las ciencias (Ruiz, Llorente y Domènech-Casal; 2017). utilizando para ello, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Asimismo, durante el desarrollo del proyecto, en grupos colaborativos se realiza un análisis crítico y reflexivo a su desempeño durante el desarrollo del proyecto investigativo. En el espacio virtual de pandemia, el ABP otorga flexibilidad y autonomía para el aprendizaje de todos los estudiantes. (Sanmartí y Marqués, 2017), lo que ha resultado clave como estrategia para obtener una óptima comunicación entre profesor y estudiantes durante el proceso de aprendizaje, así también el uso y manejo de las diferentes herramientas tecnológicas en el aula virtual, en la plataforma educativa de la Universidad y en las redes sociales.

Según García y Ladino (2008) la competencia científica investigativa incluye procesos cognitivos y sociales que van más allá de la selección y el procesamiento de la información o del saber disciplinar y tiene un carácter más procedimental al permitir que el alumno integre de manera creativa sus ideas, conocimientos en la interacción con sus pares al resolver un problema contextualizado y otorgar nuevos significados. En este proceso de construcción consideramos valioso utilizar el portafolio digital, para llevar a cabo el seguimiento del ABP, ya que facilitó la interpretación de sus reflexiones, elemento indispensable para desentrañar lo que ocurre en la realidad sobre dificultades, oportunidades de aprendizajes en las actividades realizadas en los grupos colaborativos, además suministró información de gran utilidad para entender sus desafíos y el apoyo docente en las tutorías que se requieren.

Referente teórico

Investigación científica educativa para el desarrollo de la competencia científica

UNESCO (2013) reconoce la importancia de la formación en competencias científicas en el mundo actual, con el fin de fortalecer las acciones de los estudiantes como ciudadanos y se propicie el mejoramiento de su calidad de vida. Sin embargo, es relevante preguntarse ¿de qué competencias científicas estamos hablando al realizar trabajos de investigación? Desde nuestro punto de vista, concordamos con Mariscal (2015) al señalar que las competencias científicas de la investigación educativa debe corresponderse con las diferentes capacidades que el estudiante va adquiriendo al ir avanzando en su investigación, y que va plasmando al desarrollar cada una de sus fases, de forma similar a como lo hacen los científicos al justificar el problema, formular pregunta investigable, objetivos e hipótesis, supuestos, elaborar un marco teórico y revisar los antecedentes, elaborar un diseño metodológico, presentar y tratar los datos, discutir o valorar los resultados, o emitir conclusiones, bajo las orientaciones de su profesor. Desde esta perspectiva, es necesario potenciar su aprendizaje desde la formación inicial de profesores y desde la escuela.

Por su parte, en el desarrollo de la competencia científica Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci et al., 2012; Cañal, 2012) destaca la capacidad del alumno para identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación, la capacidad para obtener información relevante para la investigación, la capacidad para procesar la información obtenida y la capacidad para formular conclusiones fundamentadas. Asimismo, propone, dentro de la dimensión actitudinal, la capacidad para valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla, también muy presente al realizar una investigación. Por tanto, según Cañal (2012) La competencia Científica diferencia para su análisis, el componente científico en su dimensión conceptual, metodológica y actitudinal, y el componente didáctico

Desde esta perspectiva, una enseñanza de las ciencias que pretenda desarrollar la competencia científica del alumnado requiere de docentes con una formación inicial que integre el componente científico y didáctico de la competencia docente en ciencias; que se organice en torno a problemas profesionales relevantes y que trate de hacer progresar sus ideas científicas y didácticas (Abell, Appleton y Hanuscin, 2010).

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la enseñanza de las ciencias

La metodología ABP se fundamenta desde la mirada del paradigma constructivista. Se basa en la resolución de conflictos o retos externos al aprendizaje y ubicados en contextos relevantes, comparte según Sanmartí y Marquéz (2017), distintos niveles de autonomía para resolver el conflicto o reto dando lugar a distintos proyectos, abiertos, estructurados o cerrados. Aquí es

de especial interés desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la colaboración, la comunicación, la investigación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Esta forma de aprender promueve el desarrollo de habilidades investigativas en las y los estudiantes.

El ABP como estrategia metodológica activa ha sido reformulada a las categorías de elaborar un producto o resolver un problema (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015). EL último tipo de proyectos según estos autores, reúne los proyectos con la instancia de “Queremos saber” “para obtener un conocimiento con sentido” donde confluyen la relación entre las metodologías de cambio didáctico de ABP y la investigación científica que promueve el desarrollo de habilidades científicas. Cabe señalar, que la interacción entre el/la docente y el/la estudiante es desde un rol facilitador durante todo el proceso de aprendizaje, donde se recurre a él/ella para entender y dar respuesta a la problemática planteada, diseñar un plan de acción, para la búsqueda de una solución basada en evidencias y argumentos científicos.

Los estudios de Villalobos, Ávila y Olivares (2016) indican que los estudiantes que trabajaron con la metodología ABP resultan ser más competentes solucionando problemas, seleccionando y utilizando los materiales de aprendizaje con mayor autonomía, desarrollando habilidades de autoaprendizaje en forma colaborativa. Moreira (2012) señala, además, que el ABP no muestra resultados inmediatos y se da a largo plazo por la complejidad en la adaptación al ritmo de trabajo en los grupos colaborativos, debido a la actividad compleja en su función cognitiva, procedimental y actitudinal, requiriendo del seguimiento a los pasos desarrollados en cada actividad y al rigor científico que se aplica para dar solución al problema.

Metodología

La investigación descriptiva responde a un enfoque mixto con el objetivo de caracterizar las percepciones sobre la percepción del desarrollo de competencia científica y sus reflexiones al realizar un ABP por futuros profesores de Ciencia Naturales (n=10) y futuros profesores de Matemática (n=14) en la asignatura de Investigación Educativa Cualitativa. El estudio se desarrolló con estudiantes que cursan cuarto año de pedagogía en el segundo semestre 2020 y forma parte de una investigación mayor del proyecto FONDECYT (N° 1181525) que consideró dos momentos diferentes para acercarse a la realidad del fenómeno de estudio.

1.La reflexión en el desempeño durante desarrollo del ABP. En cada curso se conformaron grupos colaborativos de investigación por afinidad, se explicaron los fundamentos teóricos en la construcción del conocimiento científico y la forma de trabajo con el uso del portafolio digital en la plataforma ADECCA. La primera acción de cada grupo fue problematizar entorno al estudio de una situación educativa real, un problema contextualizado. Se planificó el seguimiento del ABP mediante el portafolio digital en la siguiente secuencia: 1) delimitación del problema y pregunta de investigación;2) fundamentos conceptuales- metodológicos y búsqueda de evidencias para resolver problema 3) Toma decisiones en la comunicación de resultados. Desde esta perspectiva el desarrollo de la investigación se fundamenta en la importancia de la cognición (el razonamiento), la comunicación (la argumentación) y la indagación (obtención de pruebas) en la actividad científica (Osborne, 2014) sin olvidar la función que tiene la reflexión del contexto social y las emociones en el desarrollo del conocimiento (Dávila Acedo; Sánchez y Mellado; 2016).

Los alumnos trabajaron en su proyecto de forma autónoma, con las orientaciones dadas en una rúbrica de evaluación previamente revisada para cada portafolio. Este instrumento consideró las dimensiones antes mencionadas tres niveles de desempeño: 1) destacado; se cumple con todos los descriptores de los indicadores; 2) aceptable; se cumple con la mayor

parte de los descriptores; 3) básico, se cumple en forma incipiente con las exigencias de los descriptores del indicador, se reconocen algunos elementos importantes, sin embargo, faltan algunos que son claves en la dimensión. En cada entrega de portafolio el grupo realizó la autoevaluación en su desempeño, individualmente cada integrante reflexionó sobre las dificultades, oportunidades para luego discutir las con el profesor en las tutorías de grupo.

Las entregas de portafolios fueron flexibles, por las dudas y desafíos que surgieron a lo largo de la realización de la investigación, el profesor orientó, facilitó la discusión y promovió la reflexión tanto en los plenarios como en las tutorías (Thomas, 2000). Finalmente, cada grupo presentó en un poster científico con la comunicación de los resultados y conclusiones de la problemática abordada desde la observación de su práctica pedagógica. El análisis de las reflexiones presentadas en el portafolio durante el desarrollo de su proyecto de investigación se hizo mediante un análisis del contenido del discurso escrito en sus obstáculos y oportunidades.

2. La exploración en la percepción de competencia científica al inicio y final de la construcción del ABP. Cada curso respondió un cuestionario online "Habilidades y Competencias en Investigación" que examina las cuatro dimensiones que han sido sugeridas por el Gobierno Vasco (2012): la explicación de la realidad natural, la comprensión del conocimiento científico, el reconocimiento de los rasgos clave de la investigación científica y la utilización de los conocimientos científicos para tomar decisiones. El instrumento constó de preguntas tipo Likert, evaluadas de 1 a 5 (1. muy bajo, 2. bajo, 3. aceptable, 4. Alto, 5. muy alto) y estaba compuesto por las siguientes dimensiones: valores, dominio tecnológico, competencias en investigación (básica y especializada). El alfa de Cronbach (0,90) del instrumento aplicado indicó una alta consistencia.

Resultados y discusión

1. Delimitación de problemáticas desarrolladas en ABP por futuros profesores de ciencias Naturales y de Matemática. La tabla 1 muestra la evolución en el nivel de desempeño (N1=básico, N= aceptable, N=3 destacado) alcanzado por cada grupo según la problemática consensuada en su grupo colaborativo formado por tres a cuatro integrantes.

Tabla 1. Problemas de estudio ABP y desempeño por futuros profesores Ciencias

Proyectos en Ciencias naturales	Delimitación problema y pregunta	fundamentos conceptuales metodológico y búsqueda de evidencias	Comunicación de resultados
G1. La comunicación no verbal en la retroalimentación de la clase en pandemia por docentes de ciencias	N1	N2	N2
G2. Uso tics pandemia por profesores de ciencia en ejercicio y en formación inicial de una Universidad pública	N2	N2	N3
G3. Percepción de la indagación científica por profesores expertos y en formación Inicial	N3	N3	N3
G4. Estrategias en uso para desarrollar habilidades científicas por profesores universitarios y futuros profesores en clases virtuales	N2	N2	N3
G5. Re-construcción didáctica de prácticas científicas virtuales por docentes en pandemia	N2	N2	N3

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados del ABP desarrollado por futuros profesores de ciencias naturales indican un desempeño entre básico y aceptable al delimitar el problema a investigar y formular la pregunta de investigación. Presentan dificultades en la búsqueda de información, redacción, así como el diseño de investigación para recopilar evidencias sobre su problemática. Sin embargo, se evidencia que a medida que avanza el desarrollo de su proyecto, la mayor parte de los grupos logran un nivel destacado al comunicar los resultados de investigación

Tabla 2. Problemas de estudio ABP y desempeño por futuros profesores Matemática

Proyectos en Matemática	Delimitación problema y pregunta	Fundamentos conceptuales metodológicos y búsqueda de evidencias	Comunicación de resultados
G1. Visiones sobre utilización del modelo de razonamiento geométrico de Van Hiele en profesores de Secundaria	N2	N3	N3
G2. Uso de las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de geometría en Primaria	N2	N2	N3
G3. Enseñanza de la modelización de la función afín en Secundaria en contexto presencial y en pandemia	N1	N2	N3
G4. Percepción de los docentes sobre el dominio de las Tics para enseñar estadística en Secundaria	N1	N2	N2
G5. Enseñar y aprender probabilidad en tiempos de pandemia en el primer año de Secundaria	N2	N3	N3
G6. Uso de recursos Tics en el proceso de enseñanza de matemática en el aula por futuros profesores	N1	N3	N3

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados del ABP desarrollado por futuros profesores de matemática indican un desempeño con frecuencia mayor en el nivel básico y aceptable al delimitar el problema a investigar y formular la pregunta de investigación. Se evidencia una mejora al nivel de aceptable y destacado en la búsqueda de información, redacción, así como el diseño de investigación para recopilar evidencias sobre su problemática y se evidencia un aumento al nivel al destacado en la mayor parte de los grupos logran un nivel destacado al comunicar los resultados de investigación.

Los resultados similares en ambos cursos se ajusta a los resultados de Oliveras, Márquez y Sanmarti (2013), al señalar que los estudiantes tienen más dificultades en la formulación de una pregunta científica que en el diseño de un experimento para responderla y a menudo se proponen simples predicciones que no tienen el formato de una deducción, en consecuencia, no orientan para que se pueda seleccionar el procedimiento más idóneo para dar respuesta al problema que se investiga, ni en la identificación de variables que involucra el problema.

Además, son concordantes con Moreira (2012); ya que el ABP no muestra resultados inmediatos y requiere disponer varios meses para su desarrollo, por la complejidad de la adaptación al ritmo de trabajo en los grupos colaborativos.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Las evidencias de sus reflexiones grupales se expresan en la rúbrica de autoevaluación en su portafolio:

(...) En general nos fue fácil trabajar al reunirnos por Meet a través de video llamadas, todos aportamos en cada ítem de la investigación, nos fuimos haciendo responsables de a poco para cumplir con los plazos y, además, generamos el tema de investigación desde lo que observamos en la práctica. (Ciencias G3)

Algunas dificultades fue redactar la problemática, ya que no sabíamos buscar en revistas indexadas, usar los gestores, aprender la norma APA, fue todo un desafío. Lo importante como grupo es llegar con la investigación hasta el final y a su vez, generamos una oportunidad para seguir con una investigación profunda al entrevistar a profesores sobre cómo re-construir las prácticas científicas en pandemia. (Ciencias G6)

Compartimos con Zimmeerman y Martínez-Pons (1990) la relevancia de la reflexión de los estudiantes sobre el aprendizaje logrado, y sus dificultades en la solución al problema; porque en ellas señalaron las tensiones generadas con esta experiencia y explicitaron lo que les faltó por aprender, favoreció el desarrollo de estrategias de autorregulación del aprendizaje y el sentimiento de autoeficacia en la tarea desarrollada.

2. Percepción de competencia científica al inicio y final de la construcción del ABP por futuros profesores de ciencias naturales y matemática.

Los gráficos 1 y 2 presentan la valoración sobre el desarrollo de competencia científica (nivel 1. muy bajo, 2. bajo, 3. aceptable, 4 Alto, 5. muy alto) con ABP.

Gráfico1. Percepción sobre evolución de competencia científica en Ciencias

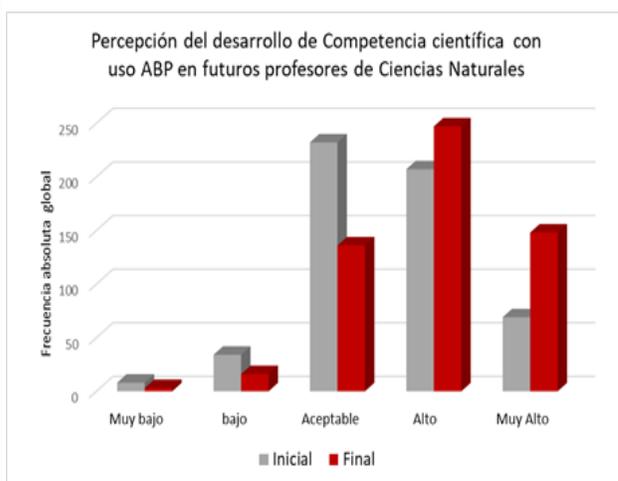
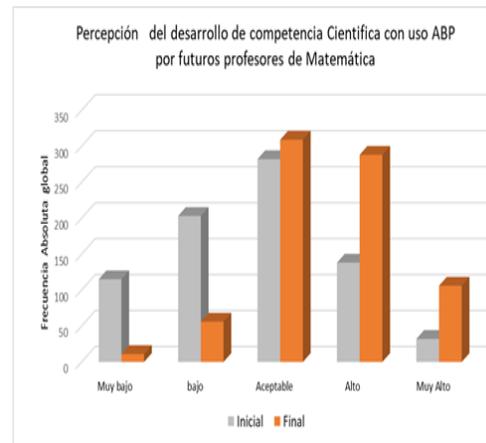


Gráfico 2. Percepción de evolución de competencia científica en Matemática



Fuente. Elaboración propia.

El gráfico 1 y 2 muestra que los futuros profesores de Ciencias Naturales y Matemática aumentan la frecuencia en su percepción hacia alto y muy alto en el desarrollo su competencia científica el al finalizar su aprendizaje basado en proyecto.

Conclusiones

La propuesta didáctica desde la elección de una problemática educativa contextualizada a sus intereses aborda, en lo posible, todas las dimensiones y procesos de la investigación científica para aproximar a los futuros profesores de Ciencias y Matemáticas en el desarrollo de competencias científicas abarcando aspectos conceptuales, metodológicos, actitudinales, aprendizaje colaborativo y reflexión en su proceso formativo, considerándolos como sujetos activos en su aprendizaje.

La flexibilidad del trabajo en ABP implicó autonomía por parte de los y futuros profesores en un proceso colaborativo de construcción del conocimiento a partir de la delimitación de su problemática observada en su práctica pedagógica en modalidad virtual, que involucró procesos cognitivos de razonamiento, planeación del diseño e instrumentos para búsqueda de evidencias y la toma decisiones al comunicar sus resultados. Todos estos aspectos han sido reconocidos por los y las estudiantes de ambas carreras al señalar una alta y muy alta valoración en el desarrollo de competencia científica al construir el ABP.

Desarrollar su proyecto con el uso del portafolio digital y rúbrica de autoevaluación facilitó la interpretación de sus dificultades y oportunidades. Las reflexiones grupales se constituyeron en elementos indispensable para desentrañar lo que ocurre en la realidad del trabajo colaborativo en modalidad remota, además proporcionó información de gran utilidad para entender sus desafíos y el apoyo requerido en las tutorías con la docente. Adicionalmente la complejidad virtual generó tensiones por las desigualdades en el acceso a la tecnología, baja conectividad o nula por la residencia en zonas rurales de algunos integrantes, escasos tiempos de conexión virtual de los estudiantes entre otros.

El presente estudio es parte de una investigación gracias al financiamiento logrado a través del Proyecto de Investigación FONDECYT N° 1181525.

Referencias bibliográficas

- Abell, SK, Appleton, K. y Hanuscin, DL (2010). Diseño y enseñanza del curso de métodos de ciencias elementales. Routledge.
- Dávila Acedo, M. A., Sánchez Martín, J., & Mellado Jiménez, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación química*, 27(3), 217-225.
- García, G. A. y Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, 3(3), pp. 7-16
- Gobierno Vasco (2012). *Informe de evaluación diagnóstica. Competencia en cultura científica, tecnológica y de la salud. Marco teórico*. Departamento de Educación, Universidades e Investigación.
http://ediagnostikoak.net/edweb/cas/materiales-informativos/ED11_marco_teorikoak/3_Competencia_cientifica.pdf

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

- Mariscal, A. J. F. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 231-252.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Curriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa*. La Laguna, España, No. 25 (marzo 2012), p. 29-56
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning*. ASCD
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25 (2), 177 - 196.
- Pacheco Zuñiga, J. J. (2020). *Recursos didácticos: Un medio para favorecer el desarrollo de habilidades científicas en educación primaria* (Doctoral dissertation, Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí).
- Pedrinaci, E.; Caamaño, A.; Cañal, P. y Pro, A. (2012). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En Pedrinaci, E. (coord.). *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó, cap. 11, pp. 241-267.
- Ruiz, N., Llorente, I., y Domènech-Casal, J. (2017). Indagación, exoplanetas y competencia Científica. Los estudios de caso como ABP para las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(2), 191-191.
- Sanmarti Puig, N., y Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Apice*, 1(1), 3-16.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project based learning* The Autodesk Foundation, California.
- UNESCO. (2013). Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO Santiago
- Villalobos Delgado, V., Ávila Palet, J. E., y Olivares, S. L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 557-581.
- Zimmerman, BJ y Martinez-Pons, M. (1990). Diferencias de los estudiantes en el aprendizaje autorregulado: relación de grado, sexo y superdotación con la autoeficacia y el uso de estrategias. *Revista de psicología educativa*, 82 (1), 51