



Conocimiento científico: prácticas de laboratorio en el desarrollo del lenguaje científico del bachillerato del IPN

Guillermina Ávila García gavilag@ipn.mx

María de la Luz Huerta Ramírez maluhura@yahoo.com.mx

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11

Área temática: Práctica curricular: Docentes y alumnos, los actores del currículo

Resumen

El interés que mueve este trabajo responde al hecho de que, los estudiantes del bachillerato utilicen con cierta facilidad el lenguaje técnico de la física, identifiquen los términos y puedan repetir la definición, pero no la comprenden, no han conceptualizado, por ello al realizar experimentos por ejemplo de magnetismo, considerando la taxonomía SOLO (Biggs. 2020) los estudiantes se ubicarían en el nivel uniestructural, que implica identificar y seguir procedimientos guiados.

La definición no es suficiente, para el nivel de abstracción, en el que es necesario “colocar” un hecho real en contexto y ponerlo en relación con otros valores en situación experiencial, y de esto con los otros procesos para “dinamizar” el planteamiento, así las magnitudes vinculadas y las transformaciones propiciadas en el fenómeno físico para su "operación" de forma constructiva, en búsqueda de contribuir al aprendizaje comprensivo de esta disciplina, aspiración que orientó la presente experiencia educativa.

Palabras clave: Aprendizaje de la física, perceptual, experiencial, epistémico

Justificación

Para el aprendizaje de física en el Nivel Medio Superior (IPN), como en todo bachillerato, la comprensión del conocimiento de la física, requiere matematizar el problema, problemas que por su naturaleza “sufren” una serie de cambios, variaciones, Correa (2011), menciona que “construir e interpretar fenómenos de variación pone a cada estudiante en interrelación compleja con el ambiente, con una figura y con un fenómeno, conformando un espacio epistémico de figuración que es a la vez operacional, experiencial y perceptual”.

Enfoque Conceptual

El planteamiento antes expuesto, se equipará con lo que afirman Fleisner, Ramírez y Viera (2016), respecto a la presentación incompleta que suele ser el común denominador en la

enseñanza de la física, “el modo tradicional de la enseñanza de la física desde una perspectiva puramente matemática muchas veces enmascara el resto de sus notas características (ontológica, experiencial y contextual).

A decir del carácter ontológico Piaget (1950) menciona “La naturaleza de una realidad viva no se revela únicamente por sus estadios iniciales ni por los estadios terminales, sino por el proceso mismo de sus transformaciones; es la ley de la construcción, es decir el sistema operatorio en su constitución progresiva.”

Lo anterior nos coloca en la situación de que una enseñanza basada en las definiciones obstruye un paso indispensable para un aprendizaje con significado por parte del alumno, esto es el carácter experiencial que se ha referido en párrafos anteriores y que explicamos desde Piaget y García (1982), para quienes la constitución de los hechos físicos elementales, son necesarias:

- a) La evolución de la abstracción empírica (a partir de los objetos) diríamos lo ontológico, y
- b) La abstracción reflexiva a partir de acciones y operaciones del sujeto [lo que corresponde a lo experiencial].

Bajo esta lógica, la primera crece en precisión y eficacia sólo en la medida en que recibe de la segunda, instrumentos de registro o de elaboración. Esto implica que se requiere de procesos que actualmente los expertos del campo denominan metacognitivos para acceder de manera sólida a la comprensión de lo que pasa con los fenómenos de la realidad y en nuestro caso, de lo que pasa con los fenómenos y problemas de la física.

En cuanto a los registros y elaboraciones, resulta importante hablar de las operaciones interiorizadas que realiza el sujeto que aprende con la información, problema o conocimiento, que vale decir no corresponde únicamente a representaciones, que remite a la idea de copiar lo ya existente, sino a lo que Barthes, 1964 denomina figuración es decir una recreación mental del fenómeno que “es *discursiva*, pues cada figura expresa una narración. Y es *pragmática*, pues los sujetos intervienen en el fenómeno –anticipando, describiendo o prediciendo– desde lo que se figura o interpreta. Luego el estudio se orienta desde la acción de quien figura y en un marco sociocultural”.



Ubicados en esta lógica observamos que todo aprendizaje requiere del uso del lenguaje con los otros y el lenguaje interiorizado a partir de los esquemas mentales hasta el momento construidos por el sujeto, pero es importante aclarar que Barthes “distingue tres mensajes en la **figuración**: el mensaje lingüístico, cuyo soporte son textos y letras en la imagen que ayudan a aclarar el mensaje cuando se consideran ambiguos los elementos figurativos; el mensaje connotado, en el que los signos, al provenir de un código cultural, son interpretados por quien trabaja con la figura. Mensaje formal que es específico por estar sometido a las exigencias físicas de la visión y general, pues las «figuras» son relaciones formales de elementos, y el mensaje denotado o lo que queda en la figura cuando se borran (mentalmente) los signos de connotación. Mensaje suficiente en tanto identifica la escena figurada”.

Hasta este punto, el estudiante que se queda en el uso exclusivo de la definición se coloca en el **mensaje lingüístico**, pero no transita a los otros 2 tipos de mensaje.

La conceptualización de los hechos y procesos, le permitirá poner nombre a lo que percibe e imagina, seguir mentalmente un procedimiento, proponer y predecir transformaciones, establecer relaciones con el experimento real, realizar comparaciones, explicar y argumentar los resultados, visualizar los posibles errores en sus “operaciones” o en los de sus compañeros e identificar correcciones.

Lo que en palabras de Tomás Brody (Falta año y referencia) corresponde a lo que llama **epistemología activa**, “es decir epistemología constructiva a partir de ciclo epistémico, la que surge, a su vez, de la observación de que es la actividad del sujeto la que conduce a la adquisición del nuevo conocimiento” (citado por García.1997:103)

Bajo esta perspectiva, se desprende la idea de la complejidad que implica el aprendizaje de la física en el bachillerato, sobre todo en el entendido de que quienes estudian este nivel se encuentran en una etapa de pensamiento correspondiente a operaciones formales (Inhelder y Piaget,1985) con capacidad de pensamiento Hipotético-deductivo, de establecer múltiples operaciones mentales basadas en; Identidad, negación, reciprocidad y correlato (grupo INRC) y llevar sus hipótesis al planteamiento de situaciones catalogadas como imposibles.

Estrategia metodológica

Al hablar de estudiantes de bachillerato suele enfatizarse la etapa de la adolescencia por los cambios; biológicos, sociales, psicológico (cognitivos y emocionales), pero en esta época, nuestra mirada se centra en los jóvenes de la época actual, los que Gardner y Davis (2014) denominan



la generación APP, nos parece especialmente interesante esta perspectiva en la cual se caracteriza a la generación no sólo por ser nativos de la tecnológica, es decir haber nacido en ella y ser totalmente hábiles en su uso, sino por las aplicaciones que pueden ocupar, a decir de los autores, la “aplicación es un programa informático que permite que el usuario lleve a cabo una o varias operaciones”, y asumen que su teoría es que los jóvenes de ahora “han llegado a entender el mundo como un conjunto de aplicaciones, a ver sus vidas como una serie de aplicaciones o quizás en muchos casos, como una sola aplicación que se prolonga en el tiempo y que les acompaña de la cuna a la tumba” y continúan “la aplicación debe proporcionar al ser humano todo cuanto pueda necesitar”.

Nuestra experiencia personal como integrantes de la sociedad y profesoras nos confirma la postura de los autores antes citados, basta observar a los jóvenes con la utilización exacerbada que hacen del celular, que influye en que disminuya su disposición al diálogo, a la lectura, a ver documentales o programas que para ellos son; lentos, tediosos y aburridos. Aunado a que su empleo prolijo afecta su capacidad de atención y concentración en tareas que requieran su esfuerzo mental, pues tienen un aparato que les puede resolver todo.

Sin embargo, la vivencia de aislamiento durante la pandemia que “obligó” a llevar a cabo tareas de enseñanza y aprendizaje aprovechando las TIC, metodologías orientadas a favorecer el autoestudio y en otros ambientes de aprendizaje.

El auge de la sociedad de la información está transformando los modos de organizar el aprendizaje y también la forma de transmitir el conocimiento. El panorama actual de la educación muestra la necesidad de mejorar y renovar los procesos de enseñanza y aprendizaje, además de atender de manera inmediata la incorporación efectiva de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como mediadoras de los procesos de aprendizaje, que permitan a los alumnos obtener aprendizaje profundo.

En el aprendizaje de las ciencias, juegan un papel fundamental los conocimientos previos de los alumnos, por lo que es necesario profundizar en sus estructuras cognitivas para enriquecer y fomentar el aprendizaje profundo. El punto de partida es la toma de conciencia y reconocimiento de las relaciones entre los modelos interpretativos que les proporciona la Ciencia y sus propias concepciones alternativas. De esos conocimientos previos, el alumno se podrá ubicar en un enfoque superficial o en un enfoque profundo, la enseñanza de la Física en el centro de estudios, por ser una escuela de área físico-matemáticas, es la base de la formación en el área de ingeniería por lo que genera constantemente el conocimiento y saberes previos propios que

acerquen a los alumnos a un enfoque profundo, alcanzando los niveles de comprensión según se establezcan en la taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcome) elaborada por Biggs y Collis (1982) y que se basa en la importancia de analizar y reflexionar sobre los resultados observables del aprendizaje que los sitúa en niveles de complejidad cognitiva ascendente. En la figura 1, se muestran los niveles de taxonomía SOLO que se consideran deben desarrollar los estudiantes a lo largo de su formación de bachillerato.

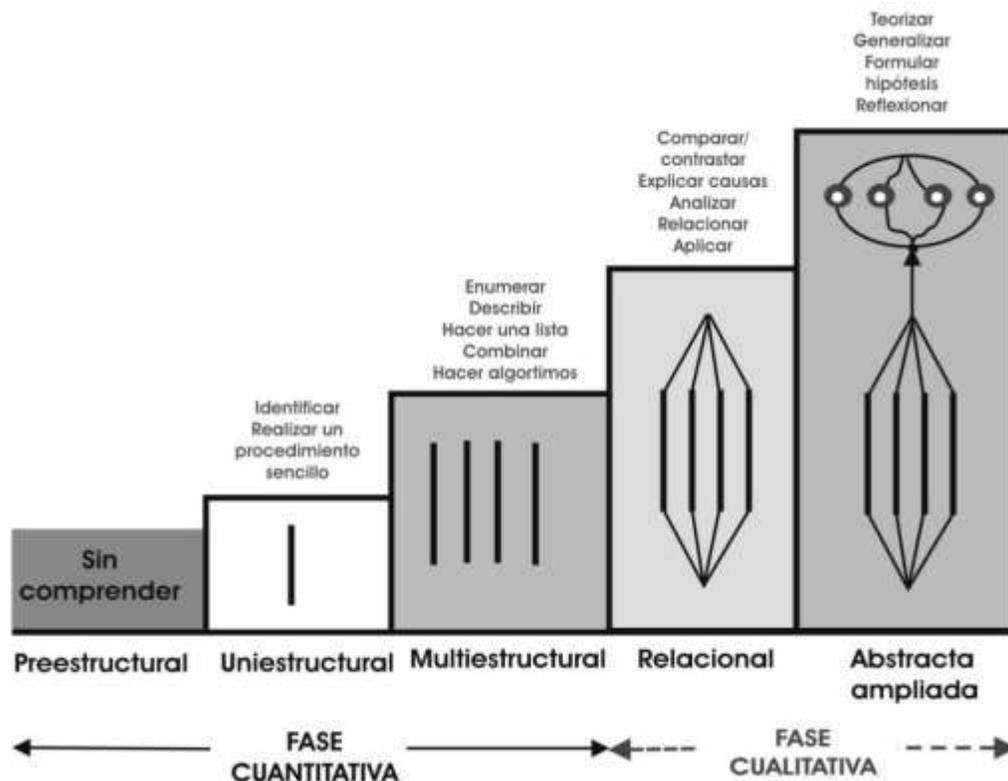


Figura 1. Jerarquía de verbos que pueden utilizarse para formular objetivos curriculares. Biggs (2010)

El reto consiste, en concebir nuestros objetivos de enseñanza en términos que se refieran a la activación de la comprensión de los alumnos, en vez de su mera declaración verbal. Lo anterior hace una combinación entre el aprendizaje superficial que recae en el sistema tradicional y donde no necesariamente se usan las TIC, en segundo lugar, podemos orientar al manejo y aplicación de las TIC, donde el alumno las utilice como un medio para lograr un aprendizaje profundo. Aunado a lo anterior, en nuestro país, actualmente, se requieren de transformaciones importantes en el sistema educativo, es por ello por lo que el proceso de la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) fundamenta con bases filosóficas, humanistas y sociales que dieron

impulso a la educación pública siguen vigentes y deben inspirar transformaciones. Hoy en día el mundo experimenta un vertiginoso avance del conocimiento que se traduce en cambios tecnológicos y sociales; exigiendo para participar en la sociedad del conocimiento el acceso a la información actualizada y oportuna, pero ello no es suficiente, se requiere de una cultura de aprecio y uso del conocimiento que permita discernir y valorar, formar para la ciudadanía y la solidaridad.

Una educación de calidad mejorará la capacidad de la población para comunicarse, trabajar en grupos, resolver problemas, usar efectivamente las tecnologías de la información, así como para una mejor comprensión del entorno en el que vivimos y la innovación.

Desarrollo

Se llevó a cabo la experiencia con 32 estudiantes de 17 a 19 años de sexto semestre del año 2023, que cursaron la unidad de aprendizaje de Física IV, donde el programa de estudios integra dos horas de teoría, dos horas de laboratorio y una hora en otros ambientes, esta práctica se desarrolla en el espacio de laboratorio, que es parte de la formación científica que recibe el estudiante.

Dinámica de trabajo de parte de los estudiantes

La práctica se inicia desde una semana antes, indicando a los estudiantes la dinámica que se presenta en tres etapas, como se describe a continuación y que enfatiza en la práctica de Magnetismo”:

Etapas 1. Previo al trabajo experimental

Los estudiantes realizan una investigación previa

En esta experiencia se orienta a que el estudiante realice una investigación con respecto al tema de la práctica (en este caso de magnetismo) donde sean autocríticos en la investigación que realizan cuidando el lenguaje científico, la estrategia contempla las siguientes fases:

Previo al desarrollo de la práctica, contemplando los conceptos científicos.

1. Investigación previa (Magnetismo).
2. Diagrama de bloques (de los experimentos que se realizarán durante la práctica).

Etapas 2. Desarrollo de la practica en el laboratorio

3. Discusión grupal de los conceptos, leyes y principios que apoyarán la justificación de los experimentos (docente y estudiantes).
4. Discusión de los experimentos a realizar
5. Escritura de hipótesis para la realización de los experimentos
6. Realización de experimentos

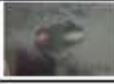
7. Identificación de posibles refutaciones de las hipótesis iniciales

Etapa 3. Cierre de la práctica "Magnetismo"

- 8. Observaciones de los experimentos en equipo
- 9. Conclusión individual de los experimentos

Resultados

Después del análisis de la evaluación del reporte de la práctica se obtuvieron los siguientes resultados.

Etapas	Elementos del reporte de práctica	ASPECTOS EVALUADOS			
		Uso de lenguaje científico	Nivel de taxonomía SOLO alcanzado	Mensaje connotado	Mensaje denotado
1	Investigación previa	Buscan 1 y 4 imágenes en internet de polos de imanes de Magnetismo, corrientes magnéticas, ley de atracción y repulsión. Tienen de ideas, invención por inducción e influencia, campo magnético, polo de atracción, magnetita en hierro. Mientras que el grupo 2, 3 y 5 se centran a conceptos de magnetismo.	Los grupos 2 y 4, con imágenes tomadas y participando en experimentos con nivel Multistructural , describe y relaciona los conceptos.	Como bien sabemos el magnetismo en su esencia es en su polaridad que radica.	Concepto de magnetismo donde los polos se atraen o repelen.
	Diagrama de bloques	Buscan 1 imagen e imprimen los experimentos que se van a realizar en el aula de laboratorio y se hacen ideas de lo que se va a realizar de los experimentos.	Solo el grupo 1 alcanza en nivel Multistructural , mientras que los otros se quedan en nivel preestructural .	El grupo se encarga y trata de explicar el uso de los imanes que se utilizarán.	Explican la ley de la atracción y repulsión del magnetismo con los experimentos a realizar.
2	Discusión grupal de conceptos, leyes y principios.	Los estudiantes mencionan los principios y leyes que han estudiado en la teoría y se relacionan con el experimento.	Finalizan con el grupo 2 a los que debe seguir durante el experimento, para poder observar el nivel preestructural . Mientras que 7 se quedan en el nivel preestructural . Mientras que 7 se quedan en el nivel preestructural .	Relacionan la información con principios que están en.	Relacionan la información con lo que han estudiado en clase de teoría.
	Discusión de los experimentos a realizar	23 de 32 estudiantes discuten la forma en que hay que armar el experimento para poder observar a cada momento que 7 estudiantes explican la información para entender de cómo hacer los experimentos.	23 estudiantes se ubican en el nivel Multistructural , mientras que 7 se quedan en el nivel preestructural .	Relacionan los experimentos con los materiales que tienen y realizan algunos ideas.	Solo hacen preguntas de los conceptos.
	Escritura de hipótesis para realizar los experimentos.	La mayoría de los grupos la escriben y vinculan a conceptos, los estudiantes entre los integrantes del grupo. Se ven ideas que relacionan hipótesis con objetos a observar y desarrollo de los experimentos, también se hacen ley de atracción y repulsión.	Nivel Relacional → 4 grupos de trabajo más otro nivel 23 estudiantes vinculan sus hipótesis con una afirmación que describe lo que van a observar en los experimentos. Nivel preestructural → 8 estudiantes no vinculan sus hipótesis a lo que hacen de los mismos.	Identifican las posibles variables que intervienen en los fenómenos magnéticos.	Se ubican en los niveles de desarrollo.
	Realización de experimentos.	Todos los integrantes de los grupos realizan los experimentos y participan desde el inicio hasta el final de los mismos.	Nivel preestructural , todos participan identificándose los elementos y variables que intervienen en el desarrollo de los experimentos.	Relacionan la información con los materiales que tienen y realizan algunos ideas de los experimentos.	Por ejemplo, en la Teoría de Weber observan la atracción con polos opuestos que se atraen en polos de igual signo.
3	Identificación de posibles refutaciones de las hipótesis iniciales.	Los estudiantes mencionan algunas refutaciones con respecto a sus hipótesis.	Nivel preestructural → 3 grupos de trabajo que construyen 23 estudiantes construyen sus hipótesis por medio de los experimentos que observan como verdaderas para no tomarlas. Nivel preestructural → 8 estudiantes, solo se quedan con la afirmación de sus hipótesis.	Verifican por medio de sus propios la validez de sus hipótesis.	Relacionan sus investigaciones previas para poder observar como verdaderas las hipótesis planteadas.
	Observaciones de los experimentos (en equipo)	23 estudiantes realizan los experimentos realizados y participan en el mismo, por ejemplo con los polos de magnetismo.	23 estudiantes se ubican en los niveles de desarrollo de los experimentos, mientras que 8 estudiantes se ubican en el nivel preestructural y 8 estudiantes se ubican en el nivel preestructural y 8 estudiantes se ubican en el nivel preestructural .	 Observación de un experimento de magnetismo. "... que se muestra el efecto magnético de un imán, al cual se puede observar la influencia magnética del imán en el espacio que rodea al polo de un polo de otro. Los líneas del campo magnético pasan por el espacio del imán del polo norte al polo sur y por su exterior y la línea del polo sur al norte."	Observación de un experimento de magnetismo.
	Conclusión individual	Los integrantes de 2 o cuando que 4 o cuando 12 estudiantes escriben sus conclusiones que hacen un análisis de cómo del tema, con los resultados del magnetismo. Los estudiantes que mencionaron la ley de los polos opuestos, el comportamiento de los imanes.	Nivel alcanzado por los 23 estudiantes Relacional al observar los objetivos, pero el resultado de los experimentos. 23 estudiantes se ubican en el nivel Multistructural ya que solo describe y relaciona ideas con respecto a la información investigada.	En el nivel Relacional , los estudiantes construyen algunas ideas en su entorno e interacción, en el nivel Multistructural , solo describen información.	En el nivel Relacional , los estudiantes construyen algunas ideas con respecto a los principios y leyes. En el Multistructural , mencionan las leyes y principios.

Conclusiones

En esta práctica educativa, se analizó primeramente el lenguaje que usan los estudiantes cuando realizan una investigación a la par de cómo se desenvuelven al explicitar la comprensión de esta con respecto a lo que llevan a cabo con los experimentos. Uno de los hallazgos importantes que destaca esta práctica es que los estudiantes no están acostumbrados a analizar todos los puntos de vista que implica la realización de una práctica, ya que no toman en cuenta las conjeturas que se van entrelazando en el antes, durante y cierre de un experimento, lo que lleva a un bajo desarrollo de los niveles cognitivos de la taxonomía SOLO.

La contribución al aprendizaje comprensivo de la Física se basa en situaciones experienciales que muestra el uso de un lenguaje connotado y denotado, con lo cual el estudiante puede ejemplificar con objetos o ideas y por otro lado, dar cuenta de cómo lo relaciona con su entorno cotidiano y de ese modo pueda emitir juicios de valor a lo que realiza en el laboratorio. Consideramos que es importante especificar la dinámica de los experimentos y cómo informar el



reporte, esta práctica se llevó a cabo al inicio del semestre, para finales de semestre los alumnos muestran una mejora considerable en cuanto a los niveles cognitivos alcanzados y ponen de manifiesto el lenguaje técnico desarrollados.

Referencias

Barberà, E. (2008). *Aprender e-learning*. España: Paidós

Biggs, J. (2010). *Calidad del aprendizaje universitario*. España: Narcea ediciones.

Carrasco, L. (2013). *Aprendizaje, competencias y TIC: Aprendizaje basado en competencia*. Puebla: Pearson.

García, R. Coord. (1997). *La epistemología genética y la ciencia contemporánea. Homenaje a Jean Piaget en u centenario*. Ed. Gedisa. España

Gardner H. Y Davis K. (2014) *La Generación APP. Cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad y su imaginación en el mundo digital*. Ediciones Paidós. España.

Gil, S. (2014). *Experimentos de Física usando las TIC y elementos de bajo costo*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino.

Gámiz-Sánchez, V. (2009). *Entornos virtuales para la formación práctica de estudiantes de educación: implementación, experimentación y evaluación de la plataforma aulaweb*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de <https://hera.ugr.es/tesisugr/1850436x.pdf>

Hernández, J. J. A. (2014). Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aplicadas a la docencia. *Logos Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 2, 1(1)*. Recuperado el 23 de marzo de 2018, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n1/e1.html#nota0>

Inhelder B. y Peaget J. (1985) *De la Lógica del Niño a la Lógica del Adolescente. Ensayo sobre la construcción de las operaciones formales*. Ediciones Paidós. España.



Merino, E. S. V. (2010). Aprendizaje de competencias docentes en entornos virtuales: reflexiones desde la formación permanente del profesorado. *Innovación Educativa*, 10(52), 5-11.

Piaget J., García, R. (1982) *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Ed. S. XXI. México

Reimers, F., Carnoy, M., Brunner, J., Panneflek, A., Marchesi, Á., Namó, G., & Machado, A. (2005). *Protagonismo docente: en el cambio educativo*. Chile: AMF Imprenta. Recuperado el 04 de abril de 2018 de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001446/144666s.pdf>

Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., y Freedman, R. (1999). *Física universitaria vol. 1*. México: Addison Wesley Longman.

Tejada Fernández, J. (2009). Vol. 13, núm 2. Agosto-sin mes, pp. 1-15. Competencias docentes.

Suárez Téllez, L; Cordero Osorio, F; Daowz Ruiz, P; Ortega Cuenca, P; Ramírez Ortega, A; Torres Guerrero, J L; (2005). De los paquetes didácticos hacia un repositorio de objetos de aprendizaje: un reto educativo en matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 8() 307-333. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427204016>