

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**EFFECTOS DE LA TRANSFERENCIA DE LAS
ESTRUCTURAS PROFUNDAS Y DEL CONTROL DE LA
RETROALIMENTACIÓN SOBRE LA COMPETENCIA DE
LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

OTERO, L.

**EFFECTOS DE LA TRANSFERENCIA DE LAS
ESTRUCTURAS PROFUNDAS Y DEL CONTROL DE LA
RETROALIMENTACIÓN SOBRE LA COMPETENCIA DE
LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

LUIS EDUARDO OTERO SOTOMAYOR

investigador@unitec.edu.co

RESUMEN

Aunque la transferencia de conocimiento y habilidades de un contexto a otro son difíciles de lograr, se debe persistir en los esfuerzos para estudiar este fenómeno por ser la aspiración más relevante de la educación: Formar profesionales en los centros de estudios para que transfieran estos conocimientos y habilidades a contexto como el empresarial, el científico y otros semejantes. Los resultados de la presente investigación mostraron que no se logró hacer la transferencia desde problemas en forma de historia explicados en un objeto de aprendizaje en donde se muestran las estructuras profundas de los problemas en forma esquemática como estrategia de aprendizaje, a problemas de estructura profunda similar en el post test. Los resultados se vieron mediados posiblemente por la manera como se manejó el conocimiento inicial, el tiempo del experimento y la variedad y cantidad de problemas en el experimento. Tomando como base los resultados mencionados se formula la proyección de otra investigación en donde se controle las variables nombradas, para medir el efecto qué podría tener en la transferencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta investigación trata el problema de la transferencia de conocimiento de un contexto a otro, con estructura similar. Day y Goldstone (2012) manifiestan que la meta del aprendizaje es la adquisición de conocimiento para usarlo en el mundo exterior a las aulas de clases. Agregan que una gran cantidad de investigaciones encuentran que las personas tienen dificultades en aplicar los conocimientos relevantes en situaciones nuevas. Además, afirman que el tema de la transferencia es fundamental en la educación pero se presenta como un tema frustrante y polémico, incluso algunos autores aseveran que tal transferencia ocurre rara vez (Detterman, 1993; citados por Day y Goldstone).

Según Schwartz, Chase y Bransford (2012), hay gran preocupación por parte de los educadores por las dificultades que se presentan al transferir el conocimiento de resolución de un problema a otro problema, o un de ambiente a otro. Estos autores citan a Whitehead (1929), quien acuñó el término conocimiento inerte para describir aquellos conocimientos y habilidades relevantes que no se pueden acceder para resolver problemas que tienen que ver con estos conocimientos. Para sustentar su afirmación traen a colación ejemplos de otros autores. Lave (1988), investigó casos en donde se tuvieron dificultades en aplicar conocimientos adquiridos en el colegio, en ambientes de la vida real. Lockhart, Lamon y Gick (1989), reportan en sus estudios que no se utilizan las sugerencias dadas a menos que indique expresamente. Gick y Holyoak (1983), reportan que las personas no pueden aplicar los conocimientos de solución de un problema recientemente efectuado a otro problema análogo en donde se ha cambiado el contenido de la historia. Chase (en prensa, citado por Goldman), presenta casos de fracasos de no usar la experiencia en un área cuando se ha resuelto problemas similares en otras áreas.

Richland, Stigler y Holyoak (2012) afirman que muchos colegios en Estados Unidos están fallando al momento de enseñar a sus estudiantes las bases conceptuales para entender las matemáticas que pudieran apoyar la generalización y

la transferencia flexible. Esta base conceptual, dicen estos autores, se evidencia en la población de estudiantes americanos que se han graduado exitosamente en la escuela superior y han entrado al sistema de la comunidad universitaria. Estos estudiantes, dan cuenta de la eficacia cuestionable del sistema escolar americano.

Según Chi y VanLehn (2012), manifiestan que la transferencia exige de un individuo ver lo mismo en la estructura profunda entre un problema a solucionar y otro que se ha resuelto previamente, aunque las características superficiales sean disímiles. De acuerdo con estos autores, la transferencia se puede entender como la competencia que posee un individuo de tratar un nuevo concepto, problema o fenómeno de manera similar a como se ha procedido con otro encontrado anteriormente.

Chi y VanLehn (2012) manifiestan que una de las razones del fracaso de la transferencia es la poca profundidad del aprendizaje inicial. Este hecho fue demostrado por Gick y Holyoak (1983, citados por Chi y VanLehn, 2012) y Novick y Holyoak (1992, citados Chi y VanLehn, 2012). Richland y Stigler (2012) proponen que los estudiantes hagan conexiones a través comparaciones relacionales de tal manera que mejoren la habilidad a largo plazo de transferir y comprometerse con las matemáticas como un sistema significativo. A los estudiantes les hace falta desarrollar una comprensión flexible y conceptual para lograr este objetivo. La comprensión conceptual se entiende como la adquisición de la fluencia de un experto en la estructura conceptual de un dominio que le permita al estudiante pensar generativamente en el área de conocimiento, capacitándolo para seleccionar procedimientos apropiados en cada paso de solución de un problema, hacer predicciones acerca de la estructura de la solución y construir nuevos entendimientos y estrategias de solución de problemas.

Wertheimer (1959, citado por Schwartz y Bransford) a través de un ejemplo ayudó a los estudiantes a pensar acerca de las áreas geométricas que subsecuentemente apoyó la transferencia de figuras simples a figuras más complejas. Gick y Holyoak (1983, citado por Schwartz y Bransford) manifiestan que si la gente tuviera la oportunidad de hacer conexiones entre dos problemas análogos, pudiera hacer la transferencia al siguiente problema más fácilmente. NRC (2000, citado por Schwartz y Bransford) opina que la transferencia se ayuda si se ve la misma idea en al menos dos contextos diferentes.

Sweller (1988), por su parte, argumenta que la capacidad para resolver problemas es dependiente de los esquemas para solucionar tipos de problemas particulares. Los expertos resuelven mejor los problemas porque reconocen sus estados e invocan su solución. Cuando se reconoce el problema, se requiere poca búsqueda a través del espacio del problema (Jonassen, 2000).

Perkins y Salomon (1992) habla de la transferencia de conocimiento y afirma que ocurre cuando el aprendizaje en un contexto impacta el desempeño en otro contexto. Pero argumenta que esta clase de transferencia muchas veces no ocurre. La que más se presenta es la transferencia cercana, la que ocurre entre contextos similares.

Según Mory (2004) para resolver un problema, un estudiante debe combinar múltiples reglas para encontrar una solución. Para este fin se requiere que éste use

un conocimiento declarativo y utilice estrategias cognitivas dentro de un contexto de dominio y combine reglas relacionales y procedimentales para solucionar problemas que no ha enfrentado antes. La retroalimentación que se brinda consiste en ayudar al estudiante a localizar en donde falla su estrategia.

En resumen para resolver un problema en un contexto nuevo, se necesita identificar la estructura profunda de otro problema que se haya solucionado. De acuerdo con los autores mencionados, los estudiantes hacen con más facilidad la transferencia cuando los problemas tienen as características superficiales similares, las cuales son objetos concretos y que se pueden percibir. La estructura profunda es de naturaleza abstracta no detectable fácilmente, lo que hace la transferencia difícil de un contexto a otro. En esta investigación se pretende hacer visible esta estructura profunda para observar que efecto tiene esta estrategia sobre la competencia de resolución de problemas de los estudiantes de ingeniería de primer semestre de la corporación universitaria UNITEC.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto tiene, en el proceso de transferencia, la visibilidad de las estructuras profundas de los problemas en la competencia de resolución de problemas, en los grupos de primer semestre de la Escuela de Ingeniería de la Corporación Universitaria UNITEC?

3. SUBPREGUNTAS

¿Existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas en cada uno de los grupos de estudiantes conformados, antes de ser expuestos a los objetos de aprendizaje?

¿Existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas en el grupo de estudiantes, antes y después de ser expuestos a un objeto de aprendizaje, aprendizaje con control de la retroalimentación por parte del sistema?

¿Existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas en el grupo de estudiantes, antes y después de ser expuestos a un objeto de aprendizaje donde se visibiliza las estructuras profundas en los procesos de transferencia?

¿Existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas entre dos grupos de estudiantes, después de ser expuestos, uno al objeto aprendizaje con control de la retroalimentación por parte del estudiante y el otro, al objeto de aprendizaje donde se visibiliza las estructuras profundas en los procesos de transferencia?

¿Existen diferencias significativas en la competencia de la resolución de problemas entre los grupos de estudiantes, después de haber sido expuestos a cada uno de a los objetos de aprendizaje?

OBJETIVOS

Objetivo general:

Medir el efecto que tiene la visibilidad de las estructuras profundas de los problemas en un proceso de transferencia, en la competencia de resolución de problemas, en los grupos de primer semestre de la Escuela de Ingeniería de la Corporación Universitaria UNITEC.

Objetivos específicos:

Establecer si existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas en cada uno de los grupos de estudiantes conformados, antes de ser expuestos a los objetos de aprendizaje.

Verificar si existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas en el grupo de estudiantes, antes y después de ser a un objeto de aprendizaje con control de la retroalimentación por parte del sistema.

Establecer si existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas en el grupo de estudiantes, antes y después de ser expuestos a un objeto de aprendizaje donde se visibiliza las estructuras profundas de los problemas en los procesos de transferencia.

Determinar si existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas entre dos grupos de estudiantes, después de ser expuestos, uno al objeto aprendizaje con control de la retroalimentación por parte del estudiante y el otro, al objeto de aprendizaje donde se visibiliza las estructuras profundas en los procesos de transferencia.

Establecer si existen diferencias significativas en la competencia de la resolución de problemas entre los grupos de estudiantes, después de haber sido expuestos a cada uno de a los objetos de aprendizaje.

Diseñar dos objetos de aprendizaje, uno caracterizado por el manejo del control de la retroalimentación por parte estudiante y otro, donde se visibiliza las estructuras profundas de los problemas que se resuelven.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con Jonassen (2000) a la mayoría de la gente, en su vida profesional, le pagan por resolver problemas. A nadie, le pagan por memorizar información y completar exámenes. Pero lo que se ve en las escuelas y universidades es la carencia de los estudiantes a transferir lo que aprende a otros contextos, ya sea a otra asignatura o a las actividades que desarrollo en su vida real. La transferencia es el fin del aprendizaje, entender los mecanismos que ayuden a utilizar los conocimientos adquiridos a otros contextos, es lograr un formación significativa.

Los estudiantes tienen algunas veces los conocimientos, pero no saben cómo aplicarlos o no son conscientes que pueden solucionar los problemas con lo que saben. Por eso, fallan en los exámenes de estado de Calidad de la Educación Superior SABER PRO y otros exámenes llamados SABER que se presentan en la educación intermedia, por ejemplo. El secreto de los buenos resultados puede estar en la transferencia. Las investigaciones que traten de entender cómo se lleva a cabo y además busquen cambiar las prácticas pedagógicas de los profesores, haciéndoles entender a éstos y a los estudiantes la importancia de ésta, justifica el refuerzo y los recursos invertidos. La apropiación e incorporación de las tecnologías es un factor clave para contrarrestar los efectos de la masificación de la educación.

HIPÓTESIS

H1: La visibilidad de las estructuras profundas delos problemas en el proceso de transferencia, si tiene efecto en la competencia de resolución de problemas.

Hipótesis alternas de Investigación

H2: Se obtiene un mejor aprendizaje de conceptos y su aplicación a la resolución de problemas, en el grupo de estudiantes expuesto al objeto de aprendizaje con control del sistema.

Marco teórico

La presente investigación está orientada a conocer el impacto que tiene mostrar las estructuras profundidad de problemas prototipos, en la competencia de resolución de problemas, tomando como instrumento un objeto de aprendizaje, diseñado con esta teoría. De aquí, que el marco teórico trata de las investigaciones y

teorías que tienen que ver con la transferencia y la manera como fue diseñado el objeto de aprendizaje para que se puedan lograr los objetivos planteados.

Transferencia de aprendizaje

Para explicar la transferencia se utiliza un enfoque cognitivo simbólico (Day y Goldstone, 2012). En este enfoque el conocimiento humano se representa por un sistema de símbolos discretos que constituyen los conceptos. Para representar una situación, estos símbolos se combinan través de una sintaxis estructurada que define las relaciones entre los conceptos constituyentes. Cualquier situación está compuesta de objetos y características, y de sistemas de relaciones. Los seres humanos tienen la capacidad de representar los sistemas de relaciones independientemente de los objetos y características (Day y Goldman, 2012), lo que permite pensar analógicamente; de acuerdo con estos autores, la analogía es un apareamiento de los sistemas de relaciones entre dos situaciones, la estructura profunda. A los objetos y características se les denomina características superficiales. La similitud estructural representa la base para la transferencia significativa del conocimiento. Así, los procesos de transferencia requieren que el estudiante abstraiga o comprenda la estructura profunda en el primer problema y luego, reconozca esta estructura profunda en el segundo problema, para que se pueda aplicar el mismo procedimiento (Chi y VanLehn, 2012).

Aunque los psicólogos consideran que el componente crítico en la transferencia productiva del conocimiento es la similaridad estructural, las investigaciones muestran a menudo que las características superficiales comunes son las que determinan la ocurrencia de la transferencia (Day y Goldstone, 2012). Según estos autores, la gran dificultad cognitiva radica en notar la similaridad estructural entre un caso nuevo y otro encontrado previamente.

Existen algunas condiciones que pueden facilitar la identificación de las estructuras profundas de un problema a otro. Entre ellas está el conocimiento anterior o conocimiento inicial que una persona posea, Day y Goldstone (2012) lo explican en términos de la experticia. Estos traen a colación el trabajo de Chi, Feltovich y Glaser (1981), quienes en uno de sus trabajos examinan la diferencia entre expertos y novatos en el dominio de la física. Los expertos, manifiestan Day y Goldstone siguiendo a Chi, Feltovich y a Glaser, agrupan los problemas por los principios generales que subyacen a la solución. En cambio, los novatos los clasifican según sus características concretas. Este patrón general, en donde los expertos utilizan la similaridad estructural y los novatos, las características superficiales para evaluar similitudes que se replica en un ancho rango de dominios (Day y Goldstone, 2012).

Carga cognitiva

De acuerdo con Day y Goldstone, el conocimiento estructural se podría afectar de manera desproporcionada por la carga cognitiva (Cooper, 1998). Este último autor, la define como la cantidad de actividad mental impuesta sobre la memoria de trabajo en un tiempo determinado. El principal factor que contribuye a la carga cognitiva es el número de elementos que se deben atender. Cooper afirma que se pueden mantener de 4 a 10 elementos. Aquí, el término elemento se asemeja al de esquema. Este último se entiende como un conjunto de redes jerárquicas de información (Cooper, 1998). Los esquemas varían según la experticia de las personas. Lo que es un esquema para un experto, puede constituir varios elementos que consisten en sub esquemas para un novato. Es importante notar que los esquemas incluyen las relaciones entre los elementos. Cooper afirma que la información que consiste en varios elementos, que interactúan entre sí, se incorporan en un solo esquema. Para ilustrar la idea se tiene el ejemplo de la lectura, para una persona adulta que sabe leer la palabra gato, constituye un elemento, para un niño de tres o cuatro años que cada letra constituye un elemento. Esto tiene como consecuencia que el niño tiene más carga cognitiva que la persona adulta, porque debe procesar más elementos y entre más elementos procese a la vez, se ven afectados sus recursos mentales.

Cooper se refiere a los recursos mentales como es la suma de carga intrínseca más la carga extrínseca. En un material instruccional la carga intrínseca es aquella contenida en el tema que se está estudiando y la carga extrínseca es la debida al material instruccional. Cuando se sobrepasan los recursos mentales en una sesión de aprendizaje, se dice que hay una sobrecarga y la persona no aprende.

Concreción versus abstracción

Otra condición para estimular la transferencia es buscar la manera de enfatizar los aspectos estructurales de la representación que se aprende, mientras se resta énfasis a las características contextuales irrelevantes a la estructura (Day y Goldstone, 2012). Las características estructurales se pueden enfatizar a través de la rotulación explícita. Por ejemplo, rotulando las sub metas implicadas en procedimientos matemáticos complicados (Catrambone, 1996, 1998. Citados por Day y Goldstone). Estos autores manifiestan que la manera de restar énfasis a los aspectos superficiales es reduciendo su presencia en las materiales de entrenamiento. Los efectos seductivos mencionados por Garnes, Gillingham, y White (1989, citados por Day y Goldstone) ocurren en situaciones en donde la información es interesante pero irrelevante y distrae al aprendiz de los conceptos que se deben aprender.

El contenido contextual que es inherente al material de entrenamiento puede impedir la transferencia cuando se presentan descripciones o ejemplos muy detallados. Day y Goldstone, citan a Goldstone y Sakamoto (1994) quienes presentan un caso en el cual a los participantes se les enseñaba la especialización competitiva a través de una situación en donde las hormigas buscaban alimento. Cuando la simulación describía a las hormigas como punto, los participantes fueron capaces de transferir el conocimiento a instancias disímiles del mismo principio. También, citan trabajos de Clement y sus colegas (1994), con patrones similares utilizando palabras de dominio general y dominio específico. La utilización de las primeras permitía reconocer más fácilmente casos estructuralmente disímiles.

Hay un gran rango de evidencia que demuestra que reduciendo la concreción de la situación puede ayudar en la competencia de aplicar el conocimiento de situaciones disímiles nuevas. Respecto al caso, Day y Goldstone traen a colación investigaciones en donde la utilización de casos que son concretos y se van a abstrayendo paulatinamente (morphing), han producido resultados exitosos. Scheiter, Gerjets y Shuh (2010, citados por Day y Goldstone), utilizaron una simulación en donde unos árboles que se transformaban en puntos, condujo a una ganancia en transferencia.

Según Day y Goldstone una de las maneras más efectivas de superar la limitación de ejemplos concretos, es la comparación de múltiples casos disímiles. Este enfoque ayuda al estudiante a codificar el contenido en términos de situaciones comprensibles y significativas, basándose en elementos comunes de los diferentes ejemplos. Day y Goldstone citan a varios autores quienes describen una gran variedad de contextos consistentes con la idea de que el apareamiento y la comparación entre casos disímiles facilitan el procesamiento estructural (Catrambone y Holyoak, 1989; Christie y Gentner, 2010; Cummings, 1992; Gentner, Lowenstein, Thompson y Forbus, 2009; Gick y Holyoak, 1983; Richland y McDonough, 2010; citados por Day y Goldstone). Richland y McDonough (2010, citados por Day y Goldstone) presentaron casos en donde la señalización explícita de los elementos comunes dio buenos resultados.

De acuerdo con Day y Goldstone, se han presentado casos en los cuales, los resultados no son positivos. Citan a Reed (1989) quien encontró que la comparación de dos problemas de álgebra no mejoró el desempeño en un nuevo problema. Catrambone y Holyoak (1989, citados por Day y Goldstone) encontraron que aunque la comparación ayuda la transferencia a corto plazo, estos beneficios desaparecen después de demoras cortas o cambios en el contexto. Sin embargo, generalmente las investigaciones sugieren un resultado promisorio para el desarrollo de representaciones generalizables a partir de ejemplos concretos.

Además de ser afectado por factores externos como los materiales de aprendizaje y las situaciones, los conocimientos previos que trae el estudiante, Day y Goldstone mencionan otros que reflejan los diferentes procesos durante la codificación o la transferencia. Estos mencionan el estado cognitivo de los individuos que los impulsa interpretar situaciones más o menos relacionamente. Citan el trabajo de Bliznashki y Kokinov (2010) quienes reportan evidencias en las cuales se puede observar que en tareas que requieren de comprensión relacional de la información, puede preparar a los participantes a interpretar situaciones subsecuentes de una manera más relacional. Específicamente, después de ser sometidos a varios elementos del test de matrices progresivas de Raven, el cual tiene que ver con analogías visuales basadas en relaciones estructurales entre una serie de diagramas, los participantes tienen mayor disposición para juzgar las similitudes entre nuevas escenas basadas en lo estructural.

Otra manera con la cual los aprendices pueden influenciar su propia codificación es en términos de metas específicas con las cuales abordan una tarea determinada (Day y Goldstone, 2012). Las investigaciones que se han efectuado lo analizan en términos de dominio versus desempeño (Ames, 1992; citados por Day y Goldstone). El dominio se refiere a las competencias básicas con la finalidad de un aprendizaje personal y mejoramiento; el desempeño se relaciona con el éxito en la tarea inmediata, especialmente en demostrar habilidades en comparación con otros. Estos dos factores han demostrado tener impactos significativos en el aprendizaje, con la finalidad de dominio mostrando mayor dedicación y éxitos a largo plazo, con una variedad de factores benefactores del aprendizaje, como persistencia y adopción de estrategias cognitivas propias.

Otro factor, mencionado por Day y Goldstone, que puede incidir en la formación para la transferencia, es la cantidad y calidad de explicaciones que se generan espontáneamente cuando se estudian ejemplos. Investigaciones sobre su influencia, efectuadas por Chi y sus colegas (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, y Glaser, 1989; citados por Day y Goldstone), encontraron que los estudiantes que se explicaban a sí mismos, justificando los pasos en los problemas ejemplos y considerando metas, consecuencias y relaciones entre acciones subsecuentes, tenían posteriormente más éxitos al solucionar problemas de transferencia.

Renkl (1997, citado por Day y Goldstone) replicó y expandió estos hallazgos, reportando grandes efectos en auto explicación aunque se controlara el tiempo y la tarea, y se distinguieran diferentes estilos de explicación, los cuales demostraron ser estables entre los individuos a través de las situaciones. El efecto del auto explicación parece beneficiar al aprendizaje en múltiples rutas, complementando la información presentada a través de la generación de inferencias relevantes, y ayudando al

aprendiz a reconocer y corregir disparidades entre su propio modelo mental y el sugerido por los ejemplos.

Según Perkins y Salomon (1992), la transferencia de aprendizaje ocurre cuando lo aprendido en un contexto o con cierto material impacta el desempeño en otro contexto con otro material relacionado. Según ellos, usualmente el contexto de aprendizaje difiere del contexto de aplicación, lo que acarrea dificultades en la transferencia. Menciona dos factores importantes para lograr la transferencia que son el prospecto y las condiciones.

El prospecto de transferencia atañe a la posibilidad de ocurrencia de la transferencia. Para explicarlo es necesario traer a colación la definición de transferencia cercana y transferencia lejana, dada por Perkins y Salomon (1992). La transferencia cercana ocurre entre contextos que son muy similares por ejemplo, cuando se les muestra a los estudiantes un problema prototipo y luego en la evaluación, se coloca uno muy similar. La transferencia lejana ocurre cuando los contextos parecen muy diferentes. Por ejemplo, cuando se explica la relación directamente proporcional entre las variables, utilizando la ley de la oferta de mercado, entre más alto el precio, mayor oferta; y luego, se evalúa el conocimiento adquirido colocando un problema en donde se debe encontrar el espacio recorrido por un móvil, dada la velocidad y el tiempo.

Perkins y Salomon (1992), afirman que la transferencia cercana tiene mejor prospecto que la lejana. Para fundamentar su afirmación traen a colación los trabajos de Thorndike (1923), quien demostró que el uso del latín no mejoraba el desempeño de los estudiantes en otras asignaturas, como era la creencia en esos tiempos. De la misma manera, Pea y Kurland (1984), demostraron que la programación de computadores como asignatura, no mejora la competencia de solución de problemas.

Entre las condiciones para que se dé la transferencia, Perkins y Salomon mencionan la práctica completa y variada, citando el estudio de Luria (1976) de Rusia, concluyen que la transferencia puede depender de práctica extensa en varios contextos.

La abstracción explícita, según los últimos autores mencionados, puede incidir positivamente en el éxito de la transferencia. Esta última se da con los aprendices abstraen los atributos críticos de una situación. Esto es parecido a lo que expresan Chi y VanLehn (2012), quienes manifiestan que la transferencia exige de un individuo ver lo mismo en la estructura profunda entre un problema a solucionar y otro que se ha resuelto previamente, aunque las características superficiales sean disímiles. Gick y Holyoak (1980, 1983, citados por Perkins y Salomon) le llaman principios subyacentes que se pueden aplicar en problemas con las mismas estructuras.

El monitoreo auto activo, puede promover la transferencia, y consiste en reflexión meta cognitiva del pensamiento. Esta activación del auto monitoreo ayuda al aprendiz a reconocer cuando se pueden aplicar los principios en otros problemas.

MARCO METODOLOGICO

Población objetivo

Estudiantes de colegios distritales de educación media que siguen cursos de matemáticas, en donde se resuelven problemas que presentan una relación lineal entre las variables. Se tomarán los colegios y de estos los participantes al azar.

Metodología

La presente investigación es de tipo explicativo cuasi-experimental, ya que mediante el planteamiento de una relación causal entre las variables, pretende determinar los posibles efectos de un objeto de aprendizaje, caracterizado por hacer visibles las estructuras profundas en el proceso de transferencia, sobre la competencia de resolución de problemas caracterizado por la relación lineal entre las variables. El procedimiento de aleatorización se empleará en gran parte del proceso investigativo, salvo en la selección de los participantes del estudio, por la limitación de asignar los participantes en forma aleatoria a los grupos experimentales, la investigación se encuentra en el nivel cuasi experimental.

Diseño

Teniendo en cuenta que la investigación contiene una sola variable independiente objeto de aprendizaje, el estudio se clasifica dentro de los diseños cuasi-experimentales univariantes univalentes. Se empleará un diseño *pre test – post test con uno grupo experimental al que se le aplica el objeto de aprendizaje y otro de control, que no se le aplica, intactos*.

Actividades

Se suministrará a los estudiantes participantes de los grupos, una prueba de entrada para evaluar los conocimientos sobre resolución de problemas, cuyas variables presentan una relación lineal, lo cual permitirá establecer el conocimiento inicial de los grupos. Luego se aplicarán los objetos de aprendizaje. Finalmente, se hará otra prueba, para verificar la influencia del objeto aplicado y establecer la diferencia de desempeño entre los grupos.

Variables

La variable independiente la constituye dos objetos de aprendizaje, que se caracterizan, uno por utilizar la visibilidad de las estructuras profundas para lograr la transferencia de conocimiento y el otro, el manejo del control de la retroalimentación por parte de estudiante. La variable dependiente la constituye el desempeño inferido por la calificación obtenida en las evaluaciones.

Técnicas

Los grupos se constituyeron con los estudiantes de la escuela de ingeniería de la Corporación universitaria UNITEC. Estos resultados se serán analizados con el paquete estadístico SPSS 22.0 para Windows. Los contrastes de hipótesis se llevarán a cabo tomando como base la distribución t de student (que se acerca a la distribución z cuando la muestra es grande) con un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significación del 0,05 para contrastes de dos colas mediante diferencia de medias. Para comprobar el desempeño entre los momentos de entrada y salida del experimento se usará la prueba de rango con signo de Wilcoxon que es una alternativa a la prueba paramétrica apareada. También se realizará la prueba apareada con t de Student a modo de comparación. En este caso, cada unidad experimental.

. La regla de decisión depende del valor de Sig. Así:

- Si Sig. > 0,05; no hay diferencia significativa entre las varianzas
- Sig. < 0,05; hay diferencia significativa

Luego, según el caso se lee el valor de Sig. para dos colas y se aplica la misma regla:

- Si Sig. > 0,05; no hay diferencia significativa entre las medias de las muestras
- Sig. < 0,05; hay diferencia significativa

En este caso, se determina si hay diferencia significativa entre las medias. La columna Sig. Representa la probabilidad de que la diferencia en el estadístico observado sea debido al azar. El estadístico es significativo cuando el valor de Sig. es menor que la probabilidad escogida para el error tipo I, alfa. Comúnmente, alfa es escoge de 0,05.

Procedimiento

Como tópico de la transferencia de las estructuras profundas de un problema a otro se utilizó el tema de la relación directamente proporcional entre las variables de la forma $y = mx$. Para solucionar este tipo de problemas se debe identificar dentro de éstos, la variable independiente, la dependiente y el valor de la constante de

proporcionalidad. El objeto de aprendizaje transferencia se debe descubrir las unidades de la constante de proporcionalidad para identificar las variables y su función. En el objeto de retroalimentación controlada por el sistema se debe recurrir a un proceso inferencial que permita extraer las variables del contexto del problema.

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

POBLACION, MUESTRA Y DATOS EXPERIMENTALES

Inicialmente, había una muestra de 48 estudiantes de la escuela de ingeniería de la Corporación Universitaria UNITEC, de la jornada nocturna. Pero en el examen de salida se presentaron 40. Para el experimento se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos. Un grupo se asignó al objeto de aprendizaje transferencia, que se caracteriza por mostrar las estructuras profundas de los problemas para su explicación y el otro, al objeto de aprendizaje con retroalimentación por parte de sistema, el cual provee al estudiante con retroalimentación cuando se produce un error al momento de ingresar los datos. La experimentación se efectuó en dos horas y media y la evaluación de desempeño se realizó la semana siguiente.

Los estudiantes enfrentaron objetos de aprendizaje que pretenden mejorar el proceso de transferencia de resolución de problemas prototipos a otros problemas que tienen la misma estructura profunda. En el objeto de aprendizaje transferencia utiliza un arreglo en forma de red para mostrar la estructura de los problemas. En la figura 1 se puede observar la manera cómo se explica un ejemplo para obtener el modelo matemático de un problema para el primer nivel de dificultad.

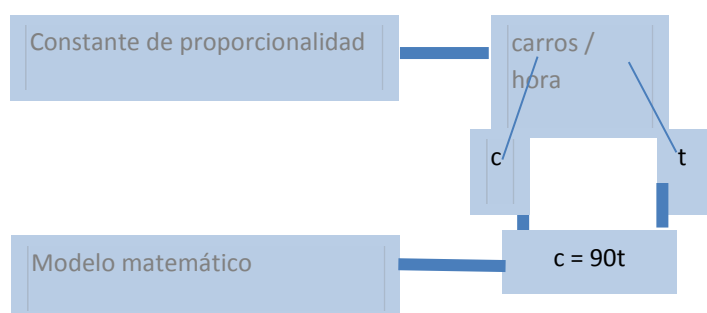


Figura 1. Ejemplo de obtención del modelo matemático para un problema de nivel 1.

El objeto de aprendizaje con retroalimentación por parte de sistema, después de explicar los conceptos se explica los ejemplos de manera tradicional.

Pruebas no paramétricas entre entrada y salida. En la figura muestra el resultado de comparar el conocimiento de los participantes sobre el tema antes y después del experimento. De aquí se puede concluir, que no hubo diferencia significativa entre el conocimiento inicial.

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las categorías de Entrada se producen con probabilidades de igualdad.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.
2	Las categorías de Salida se producen con probabilidades de igualdad.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 2. Prueba no paramétrica entre entrada y salida del experimento.

Comparación entre grupos. La tabla 1 muestra las medias de los grupos en el desempeño de la prueba. El grupo que trabajó con el objeto de transferencia obtuvo una media 0,583, el cual presenta mayor desviación con un valor de 0,5763, siendo un grupo más heterogéneo en el desempeño. De acuerdo con la tabla 2, el valor de significancia fue 0,833, mayor que 0,05 indicando que no hubo diferencia significativa en el desempeño de los dos grupos.

Tabla 1. Diferencia entre grupos.

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Estructura	22	,583	,5763	,1229
Sistema	18	,594	,5000	,1178

Tabla 2. Prueba de muestras independientes para la salida.

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	,063	,803	-,068	38	,946	-,0117	,1727	-,3614	,3379
No se asumen varianzas iguales			-,069	37,845	,945	-,0117	,1702	-,3564	,3330

Niveles alcanzados en el grupo de transferencia. La tabla 3 muestra la distribución alcanzado por el grupo que trabajó con el objeto de aprendizaje transferencia, se

puede observar que 77, 3% logró llegar al segundo nivel lo que teóricamente los habilita para identificar las variables y su función dentro de un problema para construir un modelo matemático de la forma $y = mx$.

Tabla 3. Niveles de complejidad alcanzado grupo transferencia.

niveles

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	5	22,7	22,7	22,7
	2	6	27,3	27,3	50,0
	3	2	9,1	9,1	59,1
	4	9	40,9	40,9	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

Niveles alcanzados en el grupo de retroalimentación por parte del sistema. La tabla 4 muestra que el 61, 9 alcanzó el nivel 2 de dificultad; nivel lo que también, teóricamente los habilita para identificar las variables y su función dentro de un problema para construir un modelo matemático de la forma $y = mx$.

Tabla 4. Niveles alcanzados por el grupo retroalimentación porte del sistema.

Nivel

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	8	38,1	38,1	38,1
	2	4	19,0	19,0	57,1
	3	8	38,1	38,1	95,2
	4	1	4,8	4,8	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

Resultados

De acuerdo con la pregunta del problema y el objetivo planteado, el propósito de la investigación fue conocer el efecto de mostrar las estructuras profundas de problemas prototipos en la transferencia de la estrategia de solución a otros problemas en otros contextos, mediante un objeto de aprendizaje denominado transferencia. Se trabajó con un grupo control que se sometió a un objeto de aprendizaje con control de la retroalimentación por parte del sistema, el cual había sido utilizado en otra investigación (Otero, 2012) y con el cual se obtuvo resultados significativos en el desempeño de los estudiantes.

El objeto de aprendizaje transferencia se orienta al desarrollo de la competencia de la resolución de problemas, tomando como estrategia el reconocimiento por parte de los estudiantes, la estructura profunda de los problemas para ser aplicado a otros problemas con la misma estructura profunda en otro contextos y que supone la posesión esquemas sobre el tema que se está tratando, es decir, conocimiento inicial. Si no existe este conocimiento las probabilidades de éxito de la transferencia son muy reducidas, porque el estudiante no podrá identificar las variables relevantes ni su función dentro del problema.

La competencia de resolución de problema se manifiesta por medio de actividades a las que se ven forzadas las personas a realizar, cuando se enfrentan a un problema. Son el resultado de los esquemas construidos en la resolución de problemas particulares de un determinado tipo. Esto es un proceso dinámico en donde los esquemas se vuelven más expansivos. Estos, proveen la habilidad de combinar muchos elementos y sus interacciones en un solo para ser incorporados como un esquema. El nivel 1 de descripción de variables y modelación matemática permite crear esquemas que se van expandiendo a medida que se avanza en el proceso, lo que facilita la resolución de los problemas más complejos.

La prueba final puso al descubierto que no se logró hacer transferencia de las estructuras profundas de los problemas prototipos a los problemas presentados a en la evaluación final, tanto el objeto de aprendizaje transferencia como en el objeto de aprendizaje con control de retroalimentación por parte del sistema. De acuerdo con los resultados del contraste de hipótesis para pruebas no paramétrica, se evidenció la falta de construcción de esquemas sobre la parte disciplinar lo que condujo no poder identificar ni las variables relevantes y por ende, las funciones de las variables en los problemas propuestos y por consiguiente, no se pudieron construir los modelos matemáticos correspondientes, a pesar de haberse proveído dentro de los objetos de aprendizaje la teoría y ejercicios de práctica sobre el tema sobre el cual giró la investigación.

Las posibles causas del fracaso de transferencia fueron tal vez entre otras, la falta de un conocimiento inicial bien cimentado, a pesar de haberse asimilado la información

durante el experimento, en el momento de la evaluación una semana más tarde, ya se había olvidado. Otra causa probable relacionada con la primera fue la cantidad de información en el tiempo previsto para los talleres, posiblemente, ésta superó los recursos mentales de los participantes impidiendo su comprensión y su posterior grabación en la memoria a largo plazo. De aquí se deriva que por no tener un conocimiento inicial bien establecido para seguir los conceptos se produjo la imposibilidad de su acomodación, lo cual impidió durante el experimento construir esquemas lo suficientemente expansivos para enfrentar los problemas propuestos.

Síntesis

- Los objetos de aprendizaje no produjeron el efecto de transferencia de los problemas prototipos a los problemas propuestos.
- No hubo diferencia significativa entre el desempeño del grupo de transferencia y el grupo de control de retroalimentación por parte del sistema.
- Los resultados obtenidos fueron mediados por el conocimiento inicial, el tiempo del experimento, poca expansión de los esquemas, la cantidad y variedad de problemas.

Proyecciones

- Para futuras investigaciones, se debe verificar la existencia del conocimiento inicial para dedicar el tiempo del experimento sólo a la solución de problemas.
- Antes de la prueba final se deben hacer otras pruebas que faciliten detectar las debilidades que pudieran subsistir después del laboratorio, para darle la oportunidad al estudiante a corregir sus errores.
- Disponer de suficientes ejercicios para desarrollar la competencia y acomodar el conocimiento para no se olvide con el tiempo.

REFERENCIAS

Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84, 261–271.

Bliznashki, S., & Kokinov, B. (2010). Relational versus attributional mode of problem solving? Proceedings of the Thirty-Second Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 465–470). Portland, OR: Cognitive Science Society.

Catrambone, R., & Holyoak, K. J. (1989). Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 1147–1156.

Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145–182.

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121–152.

Chi M. T. H. & VanLehn K. A. (2012): Seeing Deep Structure from the Interactions of Surface Features, *Educational Psychologist*, 47:3, 177-188.

Clement, C. A., Mawby, R., & Giles, D. E. (1994). The effects of manifest relational similarity on analog retrieval. *Journal of Memory and Language*, 33, 396–420.

Cooper, G. (1998). *Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design at UNSW*. Sydney, Australia: University of New South Wales (UNSW).
Recuperado en Mayo 10, 2014 desde
<http://education.arts.unsw.edu.au/staff/sweller/clt/index.html>.

Day S. B. & Goldstone R. L. (2012): The Import of Knowledge Export: Connecting Findings and Theories of Transfer of Learning, *Educational Psychologist*, 47:3, 153-176.

Engle R. A., Lam D. P., Meyer X. S. & Nix S.E. (2012): How Does Expansive Framing Promote Transfer? Several Proposed Explanations and a Research Agenda for Investigating Them, *Educational Psychologist*, 47:3, 215-231.

Engle, R. A. (2006a). Findings about the nature of the whale group's transfer [Supplement]. Available from the author.

Garner, R., Gillingham, M. G., & White, C. S. (1989). Effects of “seductive details” on macro processing and micro processing in adults and children. *Cognition and Instruction*, 6, 41–57.

Gick, M., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306–355.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1–38.

Goldstone R. L. & Day S. B. (2012): Introduction to “New Conceptualizations of Transfer of Learning”, *Educational Psychologist*, 47:3, 149-152.

Goldstone, R. L., & Sakamoto, Y. (2003). The transfer of abstract principles governing complex adaptive systems. *Cognitive Psychology*, 46, 414–466.

Jonassen D. Toward a design theory of problem solving *Educational Technology Research and Development* 2000, Volume 48, Issue 4, pp 63-85.

Lave, J. (1988) *Cognition in practice. Mind, mathematics and culture in everyday life.* New York, NY: Cambridge University Press.

Lockhart, R. S., Lamon, M. & Gick, M. L. (1988). Conceptual transfer in simple insight problems. *Memory & Cognition*, 16, 36–44.

Lindsey E. Richland, James W. Stigler & Keith J. Holyoak (2012): Teaching the Conceptual Structure of Mathematics, *Educational Psychologist*, 47:3, 189-203.

Mory, E.H. (2004). Feedback research revisited In D.H. Jonassen (Ed.) *Handbook of Research for Educational Communications and Technology.* New York: Simon & Schuster Macmillan.

Novick, L. R., & Holyoak, K. J. (1991). Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 398–415.

Perkins D. Salomon G (1992). *Transfer of learning*. England: Pergamon Press.
Recuperado en abril desde
<https://learnweb.harvard.edu/alps/thinking/docs/traencyn.htm>.

Pea R. D, Kurland D. M. (1984). On the cognitive effects of learning computer programming. *News Ideas in Psychology* 2(2): 137 -138.

Lindsey E. Richland, James W. Stigler & Keith J. Holyoak (2012): Teaching the Conceptual Structure of Mathematics, *Educational Psychologist*, 47:3,189-203.

Reed, S. K. (1989). Constraints on the abstraction of solutions. *Journal of Educational Psychology*, 81, 532–540.

Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 12, 1–29.

Richland L., Stigler J. & Holyoak K. (2012): Teaching the Conceptual Structure of Mathematics, *Educational Psychologist*, 47:3,189-203.

Scheiter, K., Gerjets, P., & Schuh, J. (2010). The acquisition of problem solving skills in mathematics: How animations can aid understanding of structural problem features and solution procedures. *Instructional Science*, 38, 487–502.

Schwartz D., Chase C. & Bransford J. (2012): Resisting Overzealous Transfer: Coordinating Previously Successful Routines with Needs for New Learning, *Educational Psychologist*, 47:3, 204-214.

Sweller, J., Cognitive load during problem solving: Effects on learning, *Cognitive Science*, 12, 257-285 (1988).

Wertheimer M. (1959). *Productive thinking*. New York, NY: Harper and Row.