

Escuela experimental
Enseñanza individualizada,
evaluada por mastery, asistida por computadora,

Resumen

El sistema actual de grados, de un año de duración y calificaciones que permiten aprueben el grado estudiantes que no saben hasta 40% de lo que se enseña, produce estudiantes con deficiencias en todos los niveles. Los estudiantes son llamados brillantes, promedio, o lento y eso hace que los estudiantes que no son brillantes tengan baja auto-estima, y los estudiantes “lentos” hasta llegan a odiar la escuela. Producto de estas deficiencias muchos estudiantes son indisciplinados y no aprecian la educación. Este sistema es producto de un sistema en el que se intenta que los estudiantes aprendan la misma cantidad de material en la misma unidad de tiempo. Pero la realidad es que los estudiantes son individuales no un grupo homogéneo. El sistema de enseñanza actual es cruel, inhumano, y desperdicia las habilidades de millones de seres humanos.

Para resolver estas deficiencias, se propone un sistema en que, en vez de forzar al individuo a adaptarse al tiempo asignado, adapte el tiempo a las habilidades del individuo y hacer que todos los estudiantes sean “brillantes”. El sistema es llamado mastery learning, por su nombre en inglés. Este sistema es flexible, y ayuda al estudiante a desarrollar mejor sus habilidades, a mejorar su auto-estima, y crear una actitud de apreciar la educación, facilitando una actitud de aprender para toda la vida.

Este sistema, que ya lleva más de 90 años como “experimental” en algunos sistemas escolares norteamericanos, ha probado en miles de estudios que los beneficios mencionados son reales y no hipotéticos.

La mayor dificultad para introducir el mastery learning ha sido que administrar y documentar el mastery learning ha probado ser tedioso, Además de una natural resistencia a adoptar nuevas formas de enseñar que sean más individualizadas. Con el advenimiento y popularización de las computadoras ha surgido una tecnología que facilita la implementación y administración de mastery learning.

La enseñanza asistida por computadora es reciente, desde aproximadamente 1960. Los sistemas iniciales utilizaron el computador como un libro más flexible. Luego se crearon bases de datos mantenidas por el computador, y más recientemente se están creando sistemas, que usando inteligencia artificial, imitan al maestro, y se encargan de toda la labor administrativa.

Esta propuesta es para que se introduzca el sistema de mastery learning con enseñanza asistida por computadora. El nuevo sistema no se presenta como experimental, pues ya miles de estudios han verificado que es mejor que el actual, sino para que se inicie la implementación masiva, aunque gradualmente. El ideal es eliminar el sistema actual que mutila y frustra al estudiante, y encima de eso lo culpa de no aprender.

Introducción

El Problema

La Individualidad del Estudiante y la estandarización de la Educación

Los estudiantes son individuos que difieren unos de otros en sus habilidades y en medidas de las distintas habilidades. Cuando se expandió la educación (en el siglo XIX) se forzó a todos los estudiantes a tratar de aprender la misma cantidad de material en la misma cantidad de tiempo. La unidad de medición del tiempo fue el grado. Cada grado equivalente a un año de instrucción.

Cada individuo es único no importa cual variable física o psicológica se mida. Las cualidades humanas tienden a estar distribuidas según lo que se ha llamado “la curva normal” que es una representación de las frecuencias en que una medida de una cualidad existe en un grupo de personas. Las frecuencias mayores se dan alrededor de la media aritmética de las medidas. La frecuencia mayor suele ser el valor de la media aritmética y se toma por el punto cero. A los valores por debajo de la media aritmética se le asigna signo negativo, y a los valores por encima de la media aritmética signo positivo. Las frecuencias van disminuyendo progresivamente según se alejan del punto cero. En una curva normal las frecuencias disminuyen simétricamente pero nunca llegan a cero. En términos más comunes esto quiere decir que al medir una cualidad humana, por ejemplo altura del cuerpo, va a existir un valor que es el que más existe y alrededor de ese valor las frecuencias van disminuyendo según se alejan de ese valor.

Hasta aproximadamente el siglo XVIII la educación era para grupos selectos de la población. Aún en las culturas más avanzadas el número de personas educadas académicamente no llegaba al 5% de la población. Después de la Revolución Francesa y la industrialización se comenzó a educar a una mayor proporción de la población. Para satisfacer esa mayor demanda se inventaron los grados.

El grado es un intento de estandarizar la cantidad y calidad de la educación impartida. Para lograr esa estandarización se fijó la cantidad de tiempo que se le dedica a la educación y se midió el tiempo en años. Un grado equivale a un año de instrucción aproximadamente. Al hacer esta estandarización se forzó al estudiante a ese molde ignorando que las aptitudes y habilidades humanas están distribuidas en cantidades únicas según el individuo. Como las habilidades y aptitudes humanas no se ajustan al tiempo escogido se inventó el sistema de calificaciones de A, B, C, D, y F [generalmente la letra se asocia a un por ciento del total deseado]. La letra indica que el individuo no aprendió todo lo que se le trató de enseñar pero aprendió una cantidad aceptable, excepto el estudiante de D o F] Lo importante en este sistema es mantener un grupo de estudiantes de edades similares en grados similares. Las razones para hacer esta cama de Procastro fueron básicamente administrativas no educativas.

En la mitología griega, Procastro fue un personaje que forzaba a las personas a quienes hospedaba a ser del mismo tamaño que una cama que él tenía. Si la persona era más larga que la cama Procastro simplemente le cortaba lo que sobraba de los pies. Si la persona era más corta que la cama, Procastro usaba un sistema de poleas para estirarlo hasta que fuera del largo de la cama. En cualquiera de los dos casos la persona era mutilada. El propósito de esta alegoría era enfatizar que al tratar con seres humanos debemos tomar en cuenta su individualidad. Los griegos, sabiamente, escogieron una cualidad física para mostrar la irracionalidad de ignorar la individualidad humana, porque es más difícil percibir la mutilación cuando la cualidad que se mutila es intelectual.

Al igual que la cama de Procuro el grado frustra al estudiante que sobresale de la norma pues limita lo que puede aprender en el tiempo disponible, y frustra al estudiante por debajo de la norma pues lo quiere estirar a ser como la norma aunque sus habilidades o aptitudes están por debajo de la norma. En ambos casos el estudiante es mutilado. Además en un mismo individuo las habilidades varían. Unos son bajos en creatividad pero son altos en análisis, etc. etc. Pero la distribución de estudiantes en grados mutila y maltrata a los estudiantes individuales forzándolos a ser todos iguales cuando no lo son. Ese sistema produce frustración y maltrato en aproximadamente 95% de los estudiantes.

Como cada estudiante es individual y no aprende la misma cantidad de material en el tiempo establecido. Se crearon las calificaciones. Las calificaciones representan el por ciento del material establecido que el estudiante aprendió en el tiempo prefijado de un año. Generalmente si la calificación es 70% se considera que ese es un por ciento aceptable y el estudiante es avanzado al próximo grado. Ese 30% del material que no aprendió se considera "error del sistema". (En algunos sistemas escolares ese "error del sistema" es aumentado a 40%). En otros sistemas se usan letras del alfabeto para representar la variación de lo aprendido. En esos sistemas A= 90% a 100%, B=80% a 89%, C= 70% a 79%, D=60% a 69%, y F=0% a 59%. Este sistema de calificación en la práctica hace que el estudiante deficiente permanezca deficiente en todos los grados pues el sistema no provee suficiente remediación a los estudiantes deficientes. El estudiante de "A" tiende a permanecer en "A", el de "C" permanece en "C", etc. Esto lleva a calificar al estudiante como "brillante", "promedio", "lento" según sean sus calificaciones habituales. Este sistema lleva al estudiante que no es "brillante" a baja auto-estima, frustración, y hasta aborrecer la escuela. Esa situación hace que el maestro tenga problemas de disciplina pues el estudiante se niega a ser torturado por el sistema. Pero generalmente la culpa de la indisciplina es achacada al alumno que no está motivado, y no al sistema que lo ha frustrado. Otros más filosóficos, no le echan la culpa a nadie sino que dicen "la gente es así".

Alternativa para Solucionar el Problema

En este proyecto se proponen tres remedios para solucionar el problema: mastery learning, instrucción individual, e instrucción asistida por computadora.

Mastery Learning

Para evitar esos males la enseñanza individualizada ajusta no el individuo al tiempo, sino el tiempo al individuo. Todos los estudiantes aprenden el material seleccionado de una manera casi total (se disminuye el error del sistema) Todos los estudiantes son estudiantes de "A" [esto se logra con lo que se ha llamado en inglés mastery learning] lo que varía es el tiempo que cada estudiante tarda en llegar a ese nivel de aprendizaje. Además la cantidad de material para aprender y evaluar se reduce a lo que se puede aprender en un tiempo breve. No en tres o cuatro meses como en el sistema actual. Así el material que en el presente está dividido en 12 grados, en el sistema propuesto sería dividido en aproximadamente 150 unidades. Así, la penalidad de repetir es pequeña pues lo que se repite es una semana no meses de trabajo.

Hasta ahora los ejemplos que he puesto se relacionan con variación dentro de una ciencia o arte. Pero los seres humanos varían también en las aptitudes para las ciencias y las artes. Un estudiante puede ser muy bueno en ciencias pero mediocre en expresión hablada. La individualización incluye la variación en el tiempo según las aptitudes, preferencias, etc. del

individuo. Lo importante es no mutilar al estudiante, mantenerlo con deseo de aprender, ayudarlo a tener buena autoestima, y a sobresalir según su individualidad.

A pesar de las ventajas de la enseñanza individualizada se prefirió introducir los grados porque las dificultades administrativas se consideraron prácticamente insalvables. La documentación del avance y necesidades de cada estudiante ahogaba los maestros y no había la tecnología para facilitar la administración del sistema. Se prefirió enseñar al grupo promedio y confiar que los estudiantes en los extremos no sufrieran demasiado.

Esto no quiere decir que no se hayan hechos intentos para subsanar los daños de agrupar estudiantes disímiles en grupos donde se les fuerza a ser iguales. De todos esos esfuerzos resaltamos el “mastery learning”

De un artículo de Denese Davis y Jackie Sorrell presentamos algunas citas resumiendo los resultados de la intensa investigación que se ha conducido en mastery learning desde hace casi un siglo. [El artículo en inglés, y una traducción al español de este autor, se puede ver en el apéndice]

El método de mastery learning divide el material a enseñar en unidades que tienen objetivos predefinidos o expectativas de la unidad. Los estudiantes solos, o en grupos, trabajan en cada unidad en una manera organizada. Los estudiantes deben alcanzar un nivel prefijado (mastery, típicamente 80%) en los exámenes de unidad antes de moverse a una nueva unidad. Los estudiantes que no alcanzan mastery reciben instrucción adicional a través de tutorías, ayuda de compañeros, discusiones en grupos, o tareas para el hogar. Estos estudiantes deben emplear tiempo adicional para alcanzar mastery. El ciclo de estudio y exámenes se continúa hasta que se obtenga mastery para la unidad. Block (1971) declara que los estudiantes con conocimientos mínimos del material obtienen logros más altos a través de mastery learning que con los métodos tradicionales de instrucción.

El concepto de mastery learning fue introducido en las escuelas norteamericanas en la década de 1920 con el trabajo de Washburne (1922, citado en Block, 1971) y otros en el formato del Plan Winnetka. Ese programa floreció en esa década; sin embargo, sin la tecnología adecuada para sostener un programa de éxito, el interés de los promotores e implementadores fue disminuyendo continuamente (Block).

Durante los años 60 Bloom (1968) publicó Learning for Mastery (Aprendizaje para Mastery). Bloom enfocó su atención en la filosofía de Mastery Learning. El es reconocido como el que estableció el modelo de mastery, y como el mayor teórico y propulsor de mastery learning. Bloom hizo algunas predicciones acerca de las ganancias a obtener de los procedimientos de mastery. Una de esas predicciones es que en las clases que se enseñen por mastery 95% de los estudiantes iban a lograr lo que solo el 5% logra en la enseñanza tradicional. Esto significa que los logros de la escuela de mastery deben ser en el percentil 98 actual, o sea dos desviaciones estándar sobre la norma. Bloom también alegó que para alcanzar mastery los estudiantes no iban a necesitar más tiempo total de enseñanza para alcanzar los niveles exigido para obtener mastery. Aunque inicialmente los estudiantes van a necesitar más tiempo en las unidades iniciales, los estudiantes van a necesitar menos tiempo en las unidades avanzadas debido a su mejor dominio de las habilidades básicas. Bloom mantiene además de aprender mejor el material que se enseñe, el estudiante va a mejorar su actitud y su motivación hacia el aprendizaje.

En resumen, mastery learning no es un nuevo método de enseñanza. Mastery learning está basado en el concepto de que todos los estudiantes pueden aprender si se le proveen las condiciones necesarias a su situación. El estudiante debe alcanzar un nivel prefijado de proficiencia en una unidad antes de permitírsele avanzar a la próxima unidad. En el sistema de mastery learning se les provee frecuentemente a los estudiantes información específica acerca de su progreso. Esa información ayuda al estudiante a identificar lo que ha aprendido, al mismo tiempo identificar lo que no ha aprendido bien. Solo los grados de "A" y "B" se permiten porque esas son las normas aceptables para mastery (proficiencia). El sistema tradicional de instrucción mantiene el tiempo fijo y deja que la proficiencia (mastery) varíe. Mastery learning o la instrucción sistemática mantiene fija la proficiencia mientras permite que el tiempo varíe.

Revisión de Literatura Relacionada.

Se ha hecho mucha investigación después del artículo inicial de Bloom en 1968 en mastery learning.

Meta-análisis

Guskey y Gates (1986) realizaron un meta-análisis de 27 estudios cubriendo cinco áreas: proficiencia estudiantil, retención, variables relacionadas con el tiempo, y variables relacionadas con el maestro.

Guskey y Pigott (1988) hicieron un meta-análisis en un intento de responder varias preguntas acerca de mastery en un contexto grupal. Las preguntas fueron:

¿Cuán efectivo es el programa típico de mastery learning?

¿Cuáles tipos de resultados son afectados por el uso de mastery learning?

¿Varían las efectividades de los programas en función de la materia en que se aplica mastery learning?

¿La duración del programa influye en el tamaño de los resultados obtenidos?

¿Son los programas más o menos efectivos dependiendo de la edad de los estudiantes o del grado en que se aplican?

Los autores comenzaron analizando 1000 artículos de investigación y redujeron el número a 46. Los efectos positivos de mastery learning fueron hallados en todos los niveles educativos, y en estudiantes jóvenes en las escuelas elementales fueron mayores que en los estudiantes de secundaria, y universitarios.

Kulik, Kulik y Bangert-Downs (1990) condujeron un meta-análisis de 108 evaluaciones de programas de mastery learning. Las medidas evaluadas fueron logros en los exámenes al fin de la instrucción, actitud hacia la enseñanza, actitud hacia el contenido, y proporción que completó el curso. Los logros en los exámenes al fin del curso fueron positivos

Clark, Guskey, y Benniga (1983) examinaron los efectos de mastery learning en logros y motivación. El estudio examinó un grupo en mastery learning y otro grupo que usó el método tradicional de instrucción de recitación. La variable principal para este estudio fue el efecto de la motivación en los logros estudiantiles. Estos autores encontraron que el grupo en mastery learning obtuvo mayores logros en conocimientos, tuvo menos ausencias, y estaban más motivados a aprender el material del curso

Otro componente importante de mastery learning es los maestros. Okay (1974, 1977) examinó los materiales necesarios para enseñar mastery learning, las actitudes de los maestros y la de los estudiantes, y los logros estudiantiles. En todas las variables los efectos fueron positivos.

Se encontró que los maestros incorporaban nuevas estrategias en su enseñanza. Esas estrategias influyeron positivamente en ellos mismos y en las actitudes hacia la enseñanza de los alumnos.

Patterson (1993) describió los esfuerzos de reestructuración en una escuela secundaria de Chicago basado en demandas por estándares más altos, y mayores logros estudiantiles. Esta escuela abandonó las normas viejas y adoptó estándares de mastery learning. Resultados del cambio es que más estudiantes están teniendo éxito, debido a expectativas mayores y horario que se acomoda a sus necesidades. Los maestros son interrumpidos menos, y pueden asegurarse que los estudiantes tienen un buen entendimiento del material cubierto en clase. Los estudiantes están obteniendo calificaciones más altas, y más estudiantes están prosiguiendo hacia la universidad.

El Chicago Mastery Learning Reading Program (CMLR, Programa de Chicago para Aprender a Leer con Mastery Learning) se usa en muchas escuelas. La Junta Educativa de Chicago desarrollo este programa de instrucción para estandarizar mastery learning como instrumento educativo en la enseñanza de lectura en las escuelas de la ciudad. El programa se usa desde kindergarten hasta el octavo grado. De estos programas exitosos emergen estos conceptos 1) Mastery Learning es un modelo que tiene éxito con un amplio espectro de estudiantes. 2) Mastery Learning reduce la diferencia académica entre los estudiantes lentos y rápidos, sin disminuir la velocidad de aprendizaje de los estudiantes rápidos. 3) Las habilidades y conceptos aprendidos se internalizan y usados en otras áreas del currículo. Junto con las mejoras académicas las actitudes y la auto-imagen de los estudiantes también han mejorado.

Resumen y Conclusiones

La Comisión Para Obtener las Habilidades Necesaria (SCANS en ingles, 1991) del Departamento de Trabajo (Estados Unidos) en un reporte bosqueja los requisitos para el éxito en ambiente de tecnología cambiante de hoy día. El objetivo de SCANS es crear los fundamentos básicos para el éxito en el trabajo. Estos fundamentos son: habilidades básicas, habilidad de pensar, y buenas cualidades personales. La investigación e implementación de programas de mastery learning muestran que este produce mejoras en cada uno de esos fundamentos. Usando los programas de mastery learning en los fundamentos básicos se pueden lograr los resultados deseados con la gran mayoría de la población estudiantil.

Los sistemas escolares deben reconocer que los métodos tradicionales de enseñar y aprender no satisfacen las necesidades de muchos estudiantes. Mastery learning es una alternativa a esos fracasados sistemas tradicionales. Robinson (1992) declara que el cambio de los métodos tradicionales a métodos más exitosos va a requerir una reestructuración de cómo las escuelas están organizadas, cómo los maestros son preparados, y cómo pueden ser exitosos. Los sistemas escolares tienen la tarea de definir como se va a obtener el éxito en el siglo XXI, implementar esos programas, evaluar los resultados, y decidir como satisfacer cada necesidad que surja.

[Fin del resumen del artículo]

La Computadora Como Asistente

Aunque mastery learning se puede implementar usando lo que se ha llamado enseñanza multigrado y un sistema de fichas que complementan el libro de texto, en este proyecto se propone que la enseñanza se individualice aún mas con la ayuda de las computadoras (preferiblemente computadoras portátiles) que sirvan al estudiante de ficha, libro de texto, evaluador, y base de datos de su progreso. El papel del maestro como transmisor de

conocimientos disminuye, y su papel de administrador, analista, consejero, y motivador aumenta.

La computadora ha sido usada en los últimos 30 años como un libro inteligente que facilita la instrucción y la individualización de la enseñanza. Sus usos y aplicaciones han sido estudiados con diferentes modelos y los resultados han sido satisfactorios y prometedores. Sin embargo los modelos y habilidades todavía están en evolución pues las computadoras son cada día más poderosas y al implementarse la individualización surgen nuevas teorías de cómo hacer la instrucción con computadora más eficiente. La última tendencia es a unir los algoritmos de inteligencia artificial con los distintos modelos educativos para imitar la habilidad humana de hacer decisiones.

De un artículo de Kyaw Soe, Ph.D, Stan Koki, and Juvenna M. Chang, Ed.D, cito: “El veredicto para el uso de computadoras en educación ya se ha dado. El Nacional Center for Education Statistics (NCES, 1999) declaró: *Las computadoras se han convertido en una herramienta esencial para nuestra sociedad. La exposición temprana a las computadoras ayudará a obtener la alfabetización en computadoras que es esencial para el éxito en el trabajo. Tener computadoras en la casa y en la escuela permite a los estudiantes recoger información, manipular data, producir resultados eficientemente en nuevas maneras. Examinar hasta donde los estudiantes tienen acceso a las computadoras puede ser un indicador de cuan bien preparados están los estudiantes para entrar a los trabajos que cada día son mas tecnológicos.*”

Otra ventaja del uso de computadoras es la extraordinaria flexibilidad que proporciona a la individualización de la enseñanza, y además es base de datos para todas las labores administrativas.

El Proyecto

Como ya hemos explicado mas arriba pretendemos crear una escuela con enseñanza individualizada, usando mastery learning. La computadora será usada como un libro inteligente, y como administradora del programa.

Normas generales de mastery

- El nivel de mastery es definido como 90% en las pruebas de unidad. Este nivel de mastery se puede variar a 100% en algunas unidades simples o muy elementales.
- Las unidades serán clasificadas según la taxonomía del conocimiento de Bloom, para indicar la complejidad de la unidad. Las unidades clasificadas en los últimos tres niveles de la taxonomía servirán los objetivos generales de la educación.
- Para medir el progreso en la educación de valores se utilizará la taxonomía de Krathwohl en listas de chequeos para ser llenadas por maestros, padres, y compañeros.
- Para las habilidades sico-motoras la taxonomía de Simpson.
- En cada materia, el currículo de primero de básica hasta el último año, en el sistema actual, será dividido en unidades en secuencias que irán creciendo en amplitud de contenido o dificultad de aplicación.
- Esta secuencia de instrucción será dada a conocer al estudiante, sus padres o tutores, y a cualquier persona que lo desee. Esto permite a los agentes involucrados conocer con precisión el mapa de lo que se pretende enseñar.
- Una unidad debe cubrir material que se pueda aprender en aproximadamente 10 horas de instrucción para el estudiante promedio.

- Los exámenes de evaluación de la unidad se pueden tomar en cualquier momento que el estudiante lo desee.
- Completar todas las unidades es completar la educación básica y media en esa materia. Independientemente del tiempo empleado para completarlas
- Las unidades en que el estudiante no obtenga mastery, serán repetidas por este, antes de avanzar a la próxima unidad.
- Se recomienda que al repetir una unidad se use un estilo de instrucción diferente al que se empleó la vez en que el estudiante fracasó la unidad. Un análisis de los estilos de aprender del estudiante puede ayudar a facilitar aprendizajes futuros. Para facilitar la clasificación de estilos de enseñanza se puede utilizar la taxonomía de Gagné.
- Aquellos estudiantes que transfieran del sistema actual al sistema propuesto tomarán un examen diagnóstico para determinar donde iniciaran su instrucción. Un objetivo de esta disposición es remediar las deficiencias del sistema actual.
- Para implementar la división en unidades estas serán estandarizadas y codificadas por el sistema educativo para facilitar la transferencia del estudiante de una escuela a otra y ayudar a establecer la equivalencia entre unidades aprendidas y los grados actuales. En el sistema actual, la división del material en unidades se deja a discreción del maestro, esto dificulta el determinar lo que se le ha enseñado a un estudiante que tenga que cambiar de escuela en medio del grado. Esta es una situación muy frecuente pues la población hoy día es altamente movable.

Asistencia de la computadora

La computadora será usada como un libro inteligente que instruye, como administrador de la documentación necesaria, y para evaluar la instrucción impartida y recibida. .

Debido a que la tecnología está en evolución hay gran cantidad de programas donde elegir pero todavía no hay estándares establecidos para su evaluación y selección. La selección se basará, en los objetivos educativos, la filosofía curricular, lo que hay disponible, y naturalmente los costos. De estos elementos la prioridad es los objetivos educativos, disponibilidad y costos se deben considerar como factores limitantes.

Costos

Los costos dependerán del número de estudiantes. Los costos adicionales que implica el proyecto se relacionan con: las computadoras, el software para instruir y administrar el sistema, y el entrenamiento de los maestros.

Una economía que ayuda a financiar el proyecto es la eliminación o reducción de los libros de texto,

Referencias

Mastery Learning:

- Arlin, M., & Webster, J. (1983). Time costs of mastery learning. *Journal of Educational Psychology, 75*(2), 187-195.
- Arredondo, D., & Block, J. (1990). Recognizing the connections between thinking skills and mastery learning. *Educational Leadership, 47*(5), 4-10.
- Block, J. (1971). *Mastery learning: Theory and practice*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Bloom, B. (1968). *Learning for mastery. Evaluation Comment, 1*(2), 1-5.

- Bloom, B. (1971). *Mastery learning*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Carroll, J. (1963). A model for school learning. *Teachers College Record*, 64, 723-733.
- Clark, C., Guskey, T., & Benninga, J. (1983). The effectiveness of mastery learning strategies in undergraduate education courses. *Journal of Educational Research*, 76(4), 210-214.
- Dunkelberger, G., & Heikkinen, H. (1984). The influence of repeatable testing on retention in mastery learning. *School Science and Mathematics*, 84, 590-597.
- Fehlen, J. (1976). Mastery learning techniques in the traditional classroom setting. *School Science and Mathematics*, 68, 241-245.
- Gallagher, M., & Pearson, P. (1989). *Discussion, comprehension, and knowledge acquisition in content area classrooms* (Report No. 480). Champaign, IL: University of Illinois.
- Guskey, T., & Gates, S. (1986). Synthesis of research on the effects of mastery learning in elementary and secondary classrooms. *Educational Leadership*, 43(8), 73-80.
- Hill, S., Jr., & Hounshell, P. (1991). Summer school remedial biology: An innovative approach. *The American Biology Teacher*, 53(3), 176-178.
- Kulik, C., Kulik, J., & Bangert-Drowns, R. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 60(2), 265-306.
- Levine, D. (1985). *Improving student achievement through mastery learning programs*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Mevarech, Z. (1985). The effects of cooperative mastery learning strategies on mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 78(3), 372-377.
- Okey, J. (1974). Altering teacher and pupil behavior with mastery teaching. *School Science and Mathematics*, 66, 530-535.
- Okey, J. (1977). Consequences of training teachers to use a mastery learning strategy. *Journal of Teacher Education*, 28(5), 57-62.
- Patterson, W. (1993, September). Moving toward mastery learning: One school's approach. *NASSP Bulletin*, 77(554), 96-99.
- Ritchie, D., & Thorkildsen, R. (1994). Effects of accountability on students' achievement in mastery learning. *Journal of Educational Research*, 88(2), 86-90.
- Robinson, M. (1992). Mastery learning in public schools: Some areas of restructuring. *Education*, 113(1), 121-126.
- Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills. (1991). *What work requires of schools*. Washington, DC: U.S. Department of Labor. Retrieved December 1995, from <http://www.edpsycinteractive.org/files/scansrpt.html>
- Slavin, R., & Karweit, N. (1984). Mastery learning and student teams: A factorial experiment in urban general mathematics classes. *American Educational Research Journal*, 21(4), 725-736.>
- Smith, W. (1989). Toward mastery of thinking skills in East Islip. *Educational Leadership*, 47(5), 6.
- Wentling, T. (1973). Mastery versus nonmastery instruction with varying test item feedback treatments. *Journal of Educational Psychology*, 65(1), 50-58

Instruccion por computadora:

- ANDERSON, J. R. (1985). *Cognitive Psychology and its Implications (2nd Ed.)*. New York: Freeman
- ANDERSON, J. R. (1988). The expert module. In M. Polson & J. Richardson (Eds.), *Handbook of Intelligent Training Systems*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 21-53.

- ANDERSON, J. R., CORBETT, A. T., KOEDINGER, K. R., PELLETIER, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *The Journal of the Learning Sciences*, 4 (2) 167-207.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESSIAN, H. (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, Editorial Trillas: México.
- AYALA RIVERA, V.; GONZÁLEZ LÓPEZ, L. (2003) *Herramienta para la generación de lecciones de Español bajo el esquema establecido por el CSLR*. Universidad de las Américas-Puebla.
- BROWN, J.S. Y VANLEHN, K. (1980) Repair Theory: A generative theory of bugs in procedural skills. *Cognitive Science*, 4, 379-426.
- BROWN, J.S. AND BURTON, R.R. (1978). Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills, *Cognitive Science*, 2, 155-191.
- BROWN, S. Y BURTON, R. R.; DE KLEER. (1982) Pedagogical, natural language and knowledge engineering techniques in Sophie In D. Sleeman and J. S. Brown, editors, ITS, 227-282, N.Y, Ac. Press.
- BRUNER, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Alianza. Madrid. 2002.
- BURTON, R. R.; BROWN, J. S. (1981). An investigation of computer coaching for informal learning activities. In: Sleeman, D., Brown, J. (eds.): ITS, Cap. 4, 79-98, London: Ac. Press.
- CARBONELL, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. *IEEE transaction on Man Machine System*. Vol.11, Nro. 4, p. 190-202.
- CATALDI, Z. Y LAGE, F. (2007a). *El problema del modelado del estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes*. II Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. TE&ET'07. 12- 15de junio. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.
- CATALDI, Z., SALGUEIRO, F., BRITOS, P., SIERRA, E. y GARCÍA MARTÍNEZ, R. (2006). *Selecting Pedagogical Protocols using SOM*. *Research in Computing Science Journal*, 21: 205-214.
- CATALDI, Z., SALGUEIRO, F., LAGE, F. y GARCÍA-MARTÍNEZ, R. (2005) *Sistemas Tutores Inteligentes*.
- *Los Estilos del Estudiante para Selección del Tutorizado*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2005. Pág. 66-70. 2005.
- CATALDI, Z; SALGUEIRO, F. y LAGE, F. (2007b). *Fundamentos para el Submódulo Evaluador en Sistemas Tutores Inteligentes: Diagnóstico, predicción y autoevaluación*. CACIC 2007. 1-5 de octubre. Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Corrientes y Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia.
- CHIPMAN, P., OLNEY, A., & GRAESSER, A. C. (2005). The AutoTutor 3 architecture: A software architecture for an expandable, high-availability ITS. In J. Cordeiro, V. Pedrosa, B. Encarnacao, & J. Filipe (Eds.), *Proceedings of WEBIST 2005*: 466-473. Portugal: INSTICC Press.

- CHO, B. (2000). *Dynamic Planning Models to Support Curriculum Planning and Multiple Tutoring Protocols in Intelligent Tutoring Systems*. Ph.D. thesis, Illinois Institute of Technology.
- CLANCEY, W. J.; T. WINOGRAD, F. FLORES (1987) Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design. *Artif. Intell.* 31(2): 232-250.
- CLANCEY, W. J. (1991). *Intelligent tutoring systems: A tutorial survey, en Applied Artificial Intelligence: A Sourcebook*. McGraw-Hill. 16
- CONEJO, R.; MILLÁN, E.; PÉREZ DE LA CRUZ, J. Y TRELLA, M. (2001) *Modelado del alumno: un enfoque bayesiano*. ETSI Informática, Universidad de Málaga, España.
- COSTA, G.; SALGUEIRO, F. A., CATALDI, Z., GARCÍA MARTINEZ, R. y LAGE, F. J. 2005. *Sistemas inteligentes para el modelado del estudiante* Proc. GCETE'2005, Global Congress on Engineering and Technology Education CD. marzo 13-15.
- DAVIS, L. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. New York. Van Nostrand Reinhold.
- DIPAOLO, R.E., GRAESSER, A.C., HACKER, D.J., WHITE, H.A., y TRG (Tutoring Research Group) (2002). *Hints in human and computer tutoring. In M. Rabinowitz (Ed.), The impact of media on technology of instruction*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- FALKENAUER, E. (1999). *Evolutionary Algorithms: Applying Genetic Algorithms to Real-World Problems*. Springer, New York, Pag 65-88.
- FREEVA, R.; EVENS, M. (1996). *Generating and revising multi-turn text plans in STI*. LN in Computer Science. P 632-640.
- GALVIN, T. (1994) Tesis Doctoral: "Mebuilder: An Object-Oriented Lesson Authoring System for Procedural Skills Master's Thesis, Naval Postgraduate School. Monterey.
- GARDNER, H (1993). *Inteligencias Múltiples: La teoría en la práctica*. Paidós. Barcelona, Buenos Aires, México.
- GARDNER, H (2001) *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Barcelona. Paidós.
- GARDNER, H. (2000) *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*, Paidós.
- GENESERETH, M. and Nilsson, N. (1987) *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- GERTNER, A. S; CONATI; C Y VANLEHN, K. (1998). *Learning Procedural help in Andes: Generating hints using a Bayesian network student model*. Research & Development. American Association for Artificial Intelligence.
- GERTNER, A.S. Y VANLEHN, K. (2000). *Andes: A Coached Problem Solving Environment for Physics*. Lecture Notes In Computer Science; Vol. 1839 Proc. of the 5th Int. Conf. on ITS 133 - 142
- GIRAFFA, L.M.M.; NUNES, M. A.; VICCARI, R.M. (1997) *Multi-Ecological: an Learning Environment using Multi-Agent architecture*. Proc. MASTA'97: Coimbra: DE-Universidade de Coimbra.
- GRAESSER, A.C., CHIPMAN, P., HAYNES, B.C. y OLNEY, A. (2005a). *AutoTutor: An intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue*. IEEE Transactions in Education, 48, 612-618.

- GRAESSER, A.C., OLNEY, A., HAYNES, B.C. y CHIPMAN, P. (2005b). *AutoTutor: A cognitive system that simulates a tutor that facilitates learning through mixed-initiative dialogue*. In C. Forsythe, M.L. Bernard, and T.E. Goldsmith (Eds.), *Cognitive systems: Human cognitive models in systems design*. Mahwah, NJ: Erlbau
- HAYKIN, S. (1999). *Neural Networks: A comprehensive foundation*. Prentice Hall 2nd. edition.
- HUME G., MICHAEL, J; ROVICK, A.; EVENS, M. (1996), *Hinting as a tactic in one-on-one tutoring*. *Journal of Learning Sciencies*.
- HUME, G.; EVENS, M. (1992) *Student modeling and the classification of errors cardiovascular intelligent tutoring system*. Proc. of the 4th Midwest Artificial Intelligence and Cognitive Science Society Conference, Utica, IL.
- ISO 11064-1 (2000) *Diseño ergonómico de los centros de control*.
- ISO 9241 (1996) *Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD)*
- JOHNSON, W. L. (1986). *Intention-based diagnosis of novice programming errors*. Morgan-Kauffman.
- KIM, J. H. (1989). *CIRCSIM-Tutor: An Intelligent Tutoring System for Circulatory Physiology*. Ph.D. Thesis, Illinois Institute of Technology.
- KIM, J. H. (2000) *Natural Language Analysis and Generation for Tutorial Dialogue*. Ph.D. tesis, Illinois Institute of Technology.
- KOHONEN, T. (1988). *Self-Organizing Maps Springer Series in Information Sciences*. Vol. 30, Springer, Berlin, Heidelberg, NY. P. 236.
- KOHONEN, T. (1998). *An introduction to neural computing. Neural networks*. Vol 1. p. 3-16.
- KOHONEN, T. (2001). *Self-Organizing Maps, third edition. Springer series in informarion sciences*. Ed. Springer. Helsinki University of Technology Neural Networks Research Centre 286-310. Pitman, London.
- LITMAN D. J. AND SILLIMAN. S. (2004). *Itspoke: An Intelligent Tutoring Spoken Dialogue System*. In *Proceedings of the Human HLT/NAACL*, Boston, MA, May.
- MATSUDA, N., & VANLEHN, K. (2005, to appear). *Advanced Geometry Tutor: An intelligent tutor that teaches proof-writing with construction*. In *Proc. of The 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education*. (acceptance rate: 0.31)
- MATSUDA, N., COHEN, W. W., & KOEDINGER, K. R. (2005). *Applying Programming by Demonstration in an Intelligent Authoring Tool for Cognitive Tutors*. In *AAAI Workshop on Human Comprehensible Machine Learning (Technical Report WS-05-04)* (pp. 1-8). Menlo Park, CA:
- MILIK, N., MARSHALL, M., MITROVIC, A. *Teaching Logical Database Design in ERM-Tutor*. M. Ikeda, K. Ashley, and T.-W. Chan (Eds.): ITS 2006, LNCS 4053, pp. 707-709.
- MILLÁN, E. (2000) *Sistema bayesiano para modelado del alumno*. Tesis Doctoral Universidad de Málaga.
- MITROVIC, A. (2003) *An intelligent Sql tutor on the Web* *Int. J. Artificial Int. in Education*, vol. 13, no. 2-4, 173-197.

- MITROVIC, A., MARTIN, B. Y MAYO, M. (2002) *Using evaluation to shape ITS design: Results and Experiences with SQL-Tutor*. Int. J. User Modeling and User-Adapted Interaction, vol. 12, no. 2-3, pp. 243-279.
- MITROVIC, A., SURAWEERA, P., MARTIN, B., ZAKHAROV, K., MILIK, N., HOLLAND, J. (2006) *Authoring constraint-based tutors in ASPIRE*. M. Ikeda, K. Ashley, and T.-W. Chan (Eds.): ITS 2006, LNCS 4053, pp. 41-50.
- NILSSON, N. (1998) *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann Publishers.
- PERKINS, D. (1995) *La escuela inteligente*. Gedisa.
- PIAGET, J. (1978) *La Equilibración de las Estructuras Cognitivas*, Madrid, Ed. Siglo XXI.
- POZO, J. I. (1998). *Aprendices y maestros*. Alianza
- RODRÍGUES, M. (2005) *Future Challenges in Intelligent Tutoring Systems. A framework*. m-ICTE2005. Cáceres Junio 7-10.
- ROWE N. C. AND T. GALVIN, (1998) An authoring system for intelligent tutors for procedural skills. IEEE Intelligent Systems, 13, 3 (May/June 1998), 61-69.
- RUSSELL, S. J. Y NORVIG, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd Edition). Prentice Hall.
- SALGUEIRO, F. (2005). *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Tutor*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- SALGUEIRO, F. A, COSTA, G., CATALDI, Z., GARCÍA MARTINEZ, R. Y LAGE, F. J. (2005a). *Sistemas inteligentes para el modelado del tutor*. GCETE'2005, Global Congress on Engineering and Technology Education. marzo 13-15.
- SALGUEIRO, F., CATALDI, F., LAGE, F., GARCÍA-MARTÍNEZ, R. (2005) *Sistemas Tutores Inteligentes: Redes Neuronales para Selección del Protocolo Pedagógico*. Proceedings del IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 255-266.
- SALGUEIRO, F., CATALDI, Z., GARCÍA-MARTÍNEZ, R. (2005a). *Los Estilos Pedagógicos en el Modelado del Tutor para Sistemas Tutores Inteligentes*. Revista de informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(4):70-79
- SALGUEIRO, F., COSTA, G., CATALDI, Z., LAGE, F. GARCÍA-MARTÍNEZ, R. (2005b). *Nuevo Enfoque Metodológico para el Diseño de los Sistemas Tutores Inteligentes a partir de un Acercamiento Distribuido*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(5):25-32
- SALGUEIRO, F., COSTA, G., CATALDI, Z., LAGE, F. Y GARCÍA-MARTÍNEZ, R. (2005c). *Redefinition of Basic Modules of an Intelligent Tutoring System: The Tutor Module*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 444-448.
- SALGUEIRO, F; COSTA, G., CATALDI, Z., LAGE, F., GARCÍA-MARTÍNEZ, R. (2005b). *Redefinition of basic modules of an intelligent tutoring system: the tutor module*. WICC 2005. WICC 2005. 13 y 14 de mayo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. RED UNCI.

- SHAH, F. (1997). Recognizing and Responding to Student Plans in an Intelligent Tutoring System: Cirsim-Tutor Ph.D. tesis, Illinois Institute of Technology.
- SHORTLIFFE, E.H. (1976) Computer-Based Medical Consultations: MYCIN, Elsevier/North Holland, New York.
- SMITH, S. Y MOSIER, J. (1996) *Guidelines for Designing User Interface Software*, Ma, MITRE Corp.
- STEVENS, A.; COLLINS, A. (1977). *The goal structure of a Socratic tutor*. In Proceedings of the National ACM Conference. New York: ACM.
- STONE WISKE, M. (2007A) Conferencia *Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías*. Universidad de San Andrés. 8 de mayo.
- STONE WISKE, M. (2007b) Entrevista Clarín 27 mayo
- VANLEHN, K (1988). Student Modelling. M. Polson. Foundations of Intelligent Tutoring systems. Hillsdale. N.J. Lawrence Erlbaum Associates, 55-78
- VYGOTZKY, L. (1978) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Harvard University Press.
- WOLF, B. (1984). Context Dependent Planning in a Machine Tutor. Ph.D. Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts.

CATALDI, Zulma; LAGE, Fernando J. (2009) «Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión» [artículo en línea]. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm. 28/ Marzo 2009. <http://edutec.rediris.es/revelec2/revelec28/>