

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2011-2013**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA CON
MENCIÓN EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO DEL PROYECTO SISTEMA DE TUTORÍA
COGNITIVA PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN ECUADOR**

JUAN CARLOS FIALLOS QUINTEROS

Septiembre 2014

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2011-2013

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA CON
MENCION EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO DEL PROYECTO SISTEMA DE TUTORÍA
COGNITIVA PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN ECUADOR**

JUAN CARLOS FIALLOS QUINTEROS

ASESOR DE TESIS: JUAN PONCE

LECTORAS: ALISON VÁSCONEZ

ROBERTA CURIAZI

Septiembre 2014

DEDICATORIA

Para Elise

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los familiares, amigos, compañeros y colegas, que han hecho posible este trabajo, de manera particular al doctor Enrique Peláez del Centro de Tecnología de Información de la Escuela Superior Politécnica del Litoral por toda la información sobre el proyecto en estudio, al doctor Juan Ponce por su valiosa guía, a Eunice y Gabriela por su apoyo generoso.

Juan Carlos Fiallos

Índice

CONTENIDO	Pag.
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
Planteamiento del problema	9
Preguntas de Investigación	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Hipótesis	10
CAPÍTULO I	11
MARCO TEÓRICO	11
Capital Humano	12
Enfoque de capacidades	19
CAPÍTULO II	31
EVIDENCIA EMPÍRICA	31
TIC y educación	31
Estudios Empíricos	32
CAPÍTULO III	42
METODOLOGIA	42
Antecedentes	42
Descripción del Proyecto	46
Estadística Descriptiva	50
Modelo econométrico	53
CAPÍTULO IV	55
RESULTADOS	55
CAPÍTULO V	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
Conclusiones	60
Recomendaciones	60
BIBLIOGRAFÍA	61

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza una evaluación de impacto para conocer los alcances del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, y su efecto en los logros académicos dentro del proyecto piloto “Sistema de Tutoría Cognitiva para educación secundaria en Ecuador”, implementado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Con base en la especificación de un modelo econométrico y los datos obtenidos a través de un estudio de diseño cuasi-experimental, este trabajo trata de demostrar la existencia de un efecto significativo en el rendimiento académico en la materia de matemáticas para los alumnos de octavo grado de las escuelas urbano-marginales participantes.

En el Capítulo I se expone el marco teórico, inicia con una revisión histórica del concepto de la educación en el ámbito económico, hasta la formulación de la teoría del Capital Humano. Posteriormente se reseña los aportes de los principales teóricos del Capital Humano: Schultz, Becker y Mincer, para luego abordar el Enfoque de Capacidades de Sen, con el objeto de contrastar las visiones sobre el propósito económico de la educación. Este capítulo cierra con un análisis sobre la problemática de la calidad de la educación, basada en criterios de organismos internacionales e investigadores.

En el Capítulo II se desarrolla el marco empírico, para lo cual, inicialmente se contextualiza la relación entre las Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC, y su aplicación en procura de mejorar la calidad de la educación. A continuación se analizan los resultados obtenidos en 15 estudios empíricos, realizados en varios países, que tuvieron como objetivo demostrar el efecto positivo de la aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La metodología utilizada para determinar el efecto del proyecto objeto de estudio en este trabajo se expone en el Capítulo III. En este capítulo se describe los objetivos y el alcance del proyecto, también se realiza una estadística descriptiva de sus datos y propone un modelo econométrico con el cual se verificará el impacto sobre el rendimiento académico en matemáticas de los alumnos participantes en el proyecto.

El Capítulo IV presenta los principales resultados de esta investigación, las variantes del modelo aplicado y el tamaño del efecto de la implementación del proyecto estudiado.

Finalmente el Capítulo V presenta las conclusiones y recomendaciones que el autor ha podido establecer a partir de la elaboración del presente trabajo.

INTRODUCCIÓN

La educación tiene un papel primordial como eje del desarrollo, el mismo que ha sido reconocido por todas las teorías de desarrollo, sea visto por el incremento del capital humano o por la ampliación de las capacidades de las personas. La educación de calidad tiene el efecto potenciador que permite desarrollarse plenamente y alcanzar el bienestar (Hanushek, 2007). La educación es considerada como un derecho fundamental de los seres humanos y por lo tanto les corresponde a los Estados no solamente garantizar el acceso, sino también la calidad de la misma, reflejada en las dimensiones de: respeto de los derechos, relevancia, pertinencia, equidad y eficiencia y eficacia.

En América Latina se ha evidenciado una baja calidad de la educación, lo cual genera brechas económicas y sociales, que profundizan la desigualdad entre las personas, las comunidades, países y regiones. Los Estados han invertido gran cantidad de recursos para generar políticas, programas y proyectos enfocados en mejorar la calidad de la educación, a través de la mejora de la dotación de infraestructura, la reforma de mallas curriculares, la entrega de incentivos para incrementar la matrícula escolar, entre otros; sin embargo, estos no han surtido los efectos deseados. De acuerdo a los resultados de las evaluaciones realizadas por la UNESCO, la región mantiene problemas de desigualdad educativa en lo que se refiere al acceso, la continuidad de estudios y los resultados de aprendizaje.

Con el objeto de contrarrestar los efectos no significativos en la mejora de la calidad de la educación, a partir de la década de los 80 se incorporan las Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC, en el proceso de enseñanza-aprendizaje con distintas aproximaciones, entre los que podemos destacar; el cierre de brecha digital en alumnos y docentes, mejoramiento del aprendizaje de los contenidos curriculares a través de la incorporación de TIC en aula, transformación de los modelos educativos con el uso de TIC, el aprendizaje continuo e-learning y la mejora de la administración educativa. Sin embargo, la evaluación de los resultados de estas iniciativas ha sido insuficiente, dado que en muchos casos su implementación ha resultado poco rigurosa e intuitiva, pero además se relaciona con la falta de instrumentos específicos que den confianza para medir estos impactos, separándolos adecuadamente de otras

innumerables variables presentes en los procesos educativos, y que son afectadas dinámicamente con la introducción de TIC (Severin, 2010).

En el Ecuador a partir de la aprobación de la nueva constitución en el 2008 se reconoce el papel de las TIC en la mejora de la calidad de la educación, es así que, en la sección correspondiente a Educación, en el artículo 347, inciso octavo, se indica que será responsabilidad del Estado: “Incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales.” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). Además, el Plan Nacional de Desarrollo 2009-2013 señala como uno de los objetivos en la política 2.2 el “Democratizar el acceso a las tecnologías de información y comunicación, especialmente a Internet, a través de la dotación planificada de infraestructura y servicios necesarios a los establecimientos educativos públicos de todos los niveles y la implantación de telecentros en las áreas rurales” (SENPLADES, 2009).

Por lo expuesto, y, dado que, los recursos dedicados a la educación son escasos, es necesario establecer mecanismos de evaluación de las iniciativas que incluyan TIC en el sistema educativo, que permitan visualizar los efectos en el logro de resultados académicos y de esta manera poder tomar decisiones en términos de implementación.

Durante Mayo de 2010 y Enero de 2011, la Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, implementó el proyecto Sistemas de Tutoría Cognitiva para Educación Secundaria en el Ecuador, el mismo que fue financiado con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Este proyecto tiene como objetivo principal mejorar la calidad de la educación secundaria en matemáticas en la región a través de la aplicación de la tecnología de mejora de las actividades de aprendizaje. Para cumplir con este objetivo se implementó un sistema informático denominado Tutor Cognitivo, además se realizó la capacitación del personal docente y se preparó el contenido adecuado a la realidad local. Adicionalmente se realizaron evaluaciones a las prácticas docentes y rendimiento de los alumnos.

El objetivo del presente estudio es determinar el impacto que tiene el proyecto en el rendimiento académico de los estudiantes en la materia de matemáticas, para lo cual se realiza un análisis econométrico basado en los resultados de las pruebas estandarizadas de esa materia.

Planteamiento del problema

La mejora en la calidad de la educación en Latinoamérica es una necesidad imperiosa para superar las desigualdades sociales y económicas. Como respuesta a la baja calidad de educación se han implementado diversas iniciativas que incorporan las Tecnologías de la Información y Comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación de estas iniciativas ha sido insuficiente por lo que es necesario establecer instrumentos específicos, como la evaluación de impacto, que permitan identificar su real aporte y de esta manera justifiquen su implementación.

Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el impacto que tiene el Sistema de Tutoría Cognitiva para Educación Secundaria en el Ecuador en el rendimiento académico de los estudiantes en la materia de matemáticas?
- ¿Cómo se concibe a la educación en relación a la mejora del bienestar de los individuos?
- ¿Cuál es la influencia de las TIC en la mejora del rendimiento de los estudiantes?
- ¿Qué alternativas se pueden usar en la implementación de TIC para la mejora del rendimiento de los estudiantes?
- ¿Cuál es la metodología apropiada para medir del impacto de las TIC?

Objetivo General

Evaluar el impacto del proyecto Sistemas de Tutoría Cognitiva en la mejora del rendimiento en matemáticas de los beneficiarios del mismo.

Objetivos Específicos

- Analizar a la educación como una capacidad que interviene en la mejora del bienestar de los individuos.
- Determinar la influencia de las TIC como mecanismo de mejora del rendimiento de los estudiantes.
- Identificar alternativas que puedan mejorar los resultados en el rendimiento de matemáticas de los estudiantes.
- Seleccionar la metodología apropiada para medir del impacto de las TIC en la educación con base al análisis de experiencias nacionales e internacionales.

Hipótesis

El proyecto Sistema de Tutoría Cognitiva para educación secundaria en Ecuador tiene efectos significativos en la mejora del rendimiento de los estudiantes de octavo grado en el área de matemáticas.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

En este capítulo se analiza, desde la perspectiva económica, la educación y su contribución al desarrollo. En primer lugar se realiza una revisión histórica de los principales conceptos establecidos por economistas de distintas escuelas económicas que contribuyeron a la formación de la teoría del Capital Humano. En segundo lugar se examinan las principales teorías del Capital Humano, sus conceptos y aportes. A continuación se revisa la teoría del Desarrollo de Capacidades de Amartya Sen y otros investigadores que proponen una visión más amplia a la del capital humano. Posteriormente se plantea una revisión teórica del problema de la Calidad de la Educación y finalmente se analiza la relación entre Calidad de la Educación y Tecnologías de la Información y Comunicación.

Los precedentes clásicos

Si bien el concepto de Capital Humano se consolidó a mediados del siglo XX, su fundamentación teórica tiene sus orígenes en los economistas clásicos que subrayaron la importancia de la calidad del factor trabajo como fuente de progreso económico. Ya Adam Smith (1776), incluía como parte del capital a todas las facultades útiles y adquiridas de todos los habitantes de un país. Alfred Marshall (1890) hacía hincapié en la naturaleza a largo plazo de las inversiones en capital humano y el destacado papel que la familia desempeña en su creación. Thomas R. Malthus (1806), insistía en la importancia de la inversión en capital humano como elemento esencial para ayudar a la sociedad pobre, y hacer de ellos “unos seres más felices y súbditos más pacíficos”. Jean Baptiste Say (1767-1832) se refirió a las destrezas y habilidades como un capital que aumenta la productividad. Hacia 1930, los efectos devastadores de la crisis del 29 y las secuelas de la primera y segunda guerra mundial en Estados Unidos y en muchos países europeos, pusieron en primer plano todo lo relacionado con el factor humano. Fue Keynes (1883-1946) quien en su crítica a los economistas clásicos dio inicio al surgimiento y desarrollo de la teoría del capital humano. Pero será en las décadas de 1950 y 1960 cuando surjan los primeros teóricos del capital humano. Con Robert Solow (1957) tiene lugar la consideración del ser humano como componente fundamental en el desarrollo productivo de la industria y del crecimiento económico del país. En la misma

línea de atención, Edward Denison (1962), concluía que el aumento de la educación elevaba la calidad de la fuerza de trabajo. Las conclusiones de Denison fueron corroboradas por los resultados de Theodore W. Schultz, quien en 1963, demostraba que la rentabilidad del dinero invertido en recursos humanos es tan o más grande que la rentabilidad del capital físico. Surgió así el nombre de la teoría encontrada: Capital Humano. El auge de estas ideas no es casual. Nace en el seno de las sociedades postguerra capitalistas y de "Welfare State" (Estados de Bienestar). Sus planteamientos promovían la escuela como instrumento de igualdad para la mejora de la sociedad en su conjunto.

Capital Humano

El concepto "capital humano" se refiere a la capacidad productiva de los seres humanos como generadores de renta y riqueza en una economía. La Economía clásica diferencia tres factores de producción: tierra, el capital y el trabajo. Las diferencias entre capital físico y capital humano residen, fundamentalmente, en la naturaleza de los derechos de propiedad ya que la propiedad del capital humano, desde que desapareció la esclavitud, es sólo de la persona que posee dicho conocimiento y como una persona no puede vender parte de su capital humano, el análisis cuantitativo se restringe a considerar los flujos de renta u otras remuneraciones del individuo como el valor equivalente al alquiler de dichos conocimientos (de la Dehesa, 2011).

Con todos los aportes de los investigadores anteriormente citados, a partir de la década de 1960 y 1970 se consolida la teoría del Capital Humano, que tiene como sus principales representantes a Schultz, Becker y Mincer. Posteriormente en la década de los 80 Schultz y Becker retoman y actualizan sus teorías. En esta sección se analiza los conceptos y aportes realizados por cada uno de los autores y brevemente se analiza la perspectiva actual del Capital Humano.

Como hemos podido apreciar en la sección anterior, muchos autores trabajaron la relación entre educación y productividad, sin embargo, Theodore Schultz (1930-1998), fue uno de los primeros autores en formalizar la Teoría del Capital Humano. Schultz en su discurso pronunciado en la reunión anual de la American Economic Association el 28 de diciembre de 1960, sentó las bases para la construcción de esta teoría. En dicha conferencia reconocía que el crecimiento del producto interno de las sociedades occidentales había sido mucho mayor comparado con el incremento de

tierra, horas-hombre y capital físico reproducible, esto solo se podía explicar a través de la inversión en Capital Humano (Schultz, 1960).

“Los trabajadores se han convertido en capitalistas, no gracias a una distribución de la propiedad de las acciones de las empresas, sino a partir de la adquisición de conocimientos y habilidades que tienen un valor económico” (Schultz, 1961, p:3).

Para Schultz, el capital humano es aquello que influye en la calidad de las personas en cuanto a su productividad, por lo tanto, la educación formal, la salud, la buena alimentación, la capacitación que recibe el trabajador en su empresa, el costo de migración interna para buscar trabajo, incluso el tiempo libre que las personas dedican a mejorar sus habilidades para el trabajo, todas ellas no debían considerarse como un gasto, sino como inversión en capital humano, que conlleva como resultado una ampliación de sus posibilidades de elección y alcanzar el bienestar con una mejora en la calidad de vida de las personas (Schultz, 1961).

La educación juega un rol importante en la teoría del capital humano de Schultz, puesto que conforme a su análisis, las personas obtienen ingresos de acuerdo a su nivel de preparación, menciona por ejemplo como las clases más desprotegidas, como los campesinos y grupos minoritarios, reciben un menor ingreso debido a su menor educación y preparación para desempeñar actividades que requiere la creciente industria. Por otra parte analiza los ingresos dejados de percibir por aquellas personas que en lugar de trabajar se dedican a su formación, que posteriormente se verán retribuidos con un mejor salario en su fase productiva, debido a su mejor preparación. Cuando analiza la inversión en educación encuentra que es superior proporcionalmente a la de capital físico, por lo que sugiere que la educación es un factor clave para el crecimiento económico, esto lo lleva a afirmar que: “Si tuviéramos que tratar la educación como inversión pura los resultados sugieren que los retornos a la educación son relativamente más atractivos que los de capital no humano” (Schultz, 1961).

Schultz también analiza la situación de los países pobres y critica la visión de ciertos economistas cuando mencionan que estos países no son capaces de absorber las inversiones de capital extranjero, para lo cual señala que:

El nuevo capital disponible para estos países desde fuera como norma entra en la formación de estructuras, equipos y en ocasiones también en los inventarios. Pero por lo general no está disponible para la inversión adicional en el hombre. En consecuencia, las capacidades humanas no permanecen al tanto de capital físico, y ellos se convierten en factores de crecimiento económico limitante.

“El nuevo capital foráneo a disposición de estos países, como una regla, entra en la formación de estructuras, equipos y algunas veces también en los inventarios. Pero generalmente no está disponible para la inversión adicional en el hombre. En consecuencia, las capacidades humanas no se mantienen a la par del capital físico, lo que se convierte en factor limitante para el crecimiento económico” (Schultz, 1961:7).

Adicionalmente Schultz analiza las implicaciones en política que tiene el Capital Humano, de manera tal que si el objetivo era el crecimiento económico y se había demostrado que este depende en gran medida de los elementos que constituyen el capital humano, era necesario establecer políticas que permitan elevar la calidad de las personas en función de la producción. En este sentido propone el reconocimiento de las inversiones en las personas, a través de mejoras en las leyes de impuestos, reducción en los niveles de desempleo, eliminación de las barreras de acceso a las carreras profesionales, financiamiento a los estudiantes, atención en salud y educación a los grupos que migran del campo hacia la ciudad y en sectores de la población minoritarios, priorización de la inversión pública en educación y salud sin discriminación y la ayuda a las naciones “subdesarrolladas” para alcanzar el crecimiento económico con inversión en capital humano.

De esta manera Schultz sienta las bases de la teoría del Capital Humano, que durante medio siglo ha tenido un impacto significativo en la elaboración de políticas y desarrollo de las sociedades en el mundo.

Gary Becker (1930) economista estadounidense es otro de los teóricos del Capital Humano y da continuidad a los estudios de Schultz, poniendo énfasis en la educación formal y el entrenamiento en el trabajo. Este autor inicia su investigación a partir del reconocimiento que el crecimiento del capital físico explica solamente una pequeña parte del crecimiento de ingresos en la mayoría de los países. Para Becker el capital humano son todas aquellas actividades que incrementan los recursos de las personas e influyen en el ingreso monetario y físico futuro. A estas actividades las

denomina inversión en capital humano, entre las que se incluyen: “la escolaridad, el entrenamiento en el trabajo, la atención médica, la migración y la búsqueda de información sobre precios e ingresos” (Becker, 1975).

En su libro **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education**, Becker establece como evidencia principal de la importancia del capital humano y principalmente de la educación, el hecho que las personas más educadas y más capacitadas tienden a recibir un ingreso más alto que aquellas que no lo son; así también, que el desempleo tiene una fuerte relación inversa con la educación. El propósito del autor en este libro es establecer una teoría general que de luz sobre los fenómenos empíricos que hasta ese momento no tenían una respuesta clara, como son:

“1) los ingresos típicamente aumentan con una tasa decreciente con la edad; 2) la tendencia negativa de las tasas de desempleo en relación con el nivel de habilidad; 3) la actitud de paternalismo hacia los empleados que parece prevalecer en las empresas de países en vías de desarrollo; 4) La tendencia de los jóvenes a cambiar de empleo más frecuentemente que las personas de edad; 5) la desviación positiva de la distribución del ingreso, particularmente entre profesionales y otros trabajadores calificados; 6) el hecho de que las personas más capaces reciben más educación y, 7) el hecho de que la división del trabajo está limitada por la extensión del mercado y 8) El inversionista típico en capital humano es más impetuoso y por lo tanto más propensos a errar que es el inversionista típico en capital tangible” (Becker; 1976: 16).

Para cumplir con este propósito el autor realiza estudios sobre: la inversión en capital humano, los efectos sobre los ingresos y su tasa de retorno; las tasas de retorno provenientes de la educación media y la educación superior; y, el comportamiento de los ingresos en el tiempo con relación a la inversión en capital humano.

Becker propone como una de las inversiones en capital humano a la capacitación dentro de la empresa, de esta manera los trabajadores aumentan su productividad a través del aprendizaje de nuevas destrezas o el perfeccionamiento de algunas anteriores. Esta capacitación tiene un costo relacionado al tiempo que usan los maestros y los aprendices, además de los materiales y maquinaria usada para tal efecto. Para el caso de un entrenamiento general al iniciar su trabajo en la empresa, con una proyección en el largo plazo y trayendo a valor presente los costos de capacitación y los salarios, Becker demuestra que el empleado “paga” su capacitación recibiendo un

salario inferior, durante el período de entrenamiento, al que podría recibir (Becker; 1976). Dado que los costes de formación se deducen de los ingresos durante el periodo de formación, el "valor" económico de un aprendiz aumentaría en un primer momento en lugar de disminuir con la edad, y sólo más tarde comienzan a disminuir. La capacitación tiene un efecto importante en la relación entre los ingresos y la edad. Personas con formación que reciben menores ingresos durante el periodo de entrenamiento y los mayores ingresos en épocas posteriores debido al aumento de productividad marginal. El efecto combinado de pagar y recibir el retorno de la formación hace que la persona capacitada reciba más ingresos netos que otra que no lo ha sido, cuanto mayor sea la inversión mayor será esta diferencia. (Becker; 1976).

Becker define a la escuela como una institución especializada en la producción de la formación, a diferencia de una empresa que ofrece capacitación en conjunto con la producción de bienes. En este sentido son escuelas, aquellas que enseñan un oficio así como las universidades. Las escuelas y las empresas son complementarias en la formación de las personas. En el caso de un estudiante al estar en la escuela no tiene todo el tiempo del día para trabajar, en todo caso, si tiene una remuneración esta será menor a la que hubiese tenido si se dedicara exclusivamente al trabajo, por lo tanto existe un costo indirecto de estudio. Por otra parte los costos directos son los referentes a matrículas, libros, transporte, etc. Los ingresos netos del estudiante serán aquellos que resulten de la diferencia entre los ingresos reales y los costos directos. De manera análoga a la capacitación en la empresa, se realiza el análisis de ingresos potenciales para el caso de los estudios en las escuelas.

Existe otro tipo de inversión en capital humano que permite mejorar los ingresos, además de la educación formal y el entrenamiento en el trabajo, esta es la información. La información permite a los trabajadores conocer donde se pagan mejores salarios, donde comprar a precios más baratos, etc. Esta información tiene un costo, ya sea si se paga a una agencia de empleo o si se invierte tiempo en buscarla, sin embargo permite mejorar los ingresos de los trabajadores. Adicionalmente Becker propone que otra forma de invertir en capital humano es mejorar la salud emocional y física. EL mejoramiento de las condiciones de trabajo, una óptima alimentación, la reducción en la tasa de mortalidad y un mejor salario entre otros aumenta la productividad, ya que esta no solamente depende de la capacidad de los empleados y la inversión en desarrollar

habilidades, tanto dentro como fuera del trabajo, sino también en su motivación (Becker, 1975).

Jacob Mincer (1922–2006), economista polaco, fue el creador del término Capital Humano y es considerado el padre de la Economía Laboral. Su disertación de doctorado en 1957 constituye el primer aporte sistemático a la teoría del Capital Humano. Su enfoque inicial fue empírico y analizaba las características de los asalariados como la ocupación, educación, industria, edad y género, entonces buscó una aproximación teórica general. Propuso utilizar la inversión en educación y formación, en adelante conocido como el capital humano, como principio explicativo importante de la actual distribución de los ingresos (Texeira, 2007).

Mincer en su libro **Schooling, Experience, and Earnings** de 1976, hace notar la dificultad de establecer una relación directa y simple entre educación y ganancias futuras por el efecto de la educación en el aumento de la productividad. Señala además que escolarización y educación no son lo mismo y que la escuela no es el único lugar donde se adquieren conocimientos. Más aún, indica que los aprendizajes difieren mucho entre las personas, lugares y tiempo. El esfuerzo de Mincer es tratar de dar un sustento empírico a la teoría del Capital Humano, es por esto que en su estudio se propone como objetivo “obtener una cierta comprensión de las distribuciones observadas y las estructuras de ingresos a partir de información sobre la distribución de las inversiones netas acumuladas en el capital humano de los trabajadores” (Mincer, 1976:2).

Jacob Mincer realizó un modelo basado en la racionalidad económica del sujeto en el mercado laboral, que proveía un análisis de cómo la capacitación en el trabajo es causa de un aumento de los salarios y en qué medida contribuye a agrandar la brecha de desigualdad en los ingresos (Chiswick, 2003:14). Basado en el modelo de Becker, Mincer propone una metodología para calcular la contribución de la escolaridad y la experiencia en los ingresos de los trabajadores, a través de una regresión lineal conocida como la función de capital humano:

$$\ln E_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 T_i + \beta_3 T_i^2 + U_i$$

Donde $\ln E_i$ es el logaritmo de los ingresos por un periodo determinado, S_i los años de educación, T_i la experiencia, T_i^2 la experiencia potencial al cuadrado (que capta la no linealidad del perfil edad-ingresos), además, β_0 es el intercepto, y representa el logaritmo del salario de un individuo que no tiene educación ni experiencia. En la

literatura clásica, el coeficiente se ha denominado “la tasa de retorno privada de la educación”. El parámetro β_1 aproxima la tasa privada de rentabilidad de la educación (Cardona et al, 2007).

Es ampliamente reconocida esta formulación como la que más se ajusta para modelar la relación entre ingresos, educación y experiencia. Las principales ventajas de esta forma funcional son:

- La forma funcional no es ad hoc. Se trata de una identidad basada en el comportamiento optimizador de los individuos, y representa el resultado de un proceso de mercado laboral.
- Convierte "incommensurables" en "medibles", es decir, se convierte en transformar el costo en dólares de la inversión en capital humano en los años de escolaridad y años de experiencia en el mercado laboral.
- Es fácilmente adaptable a la inclusión de otras variables que afectan a las ganancias.
- Los coeficientes de la ecuación de regresión tienen interpretaciones económicas, son números puros (que carecen de unidades) y sus errores estándar se pueden estimar. Esto permite hacer comparaciones a través del tiempo, el espacio y los grupos demográficos.
- Si bien los ingresos están positivamente sesgados y la desigualdad de ingresos aumenta con el nivel de escolaridad, utilizando el logaritmo natural de los ingresos como variable dependiente, los residuos están más cerca de ser una distribución normal y homoscedásticos.
- La forma funcional genera una medida de uso común de la desigualdad relativa, la varianza del logaritmo natural de los ingresos, lo que facilita el estudio de los ingresos y la desigualdad de ingresos a través del tiempo y del espacio. (Chiswick, 2003:23)

Usando el modelo de trabajo del análisis del capital humano, Mincer realizó varios estudios sobre la movilidad laboral, el desempleo, migración, mercados de trabajo y género. En todos ellos encontró una fuerte correlación con la educación. De acuerdo a Mincer, el análisis del capital humano puede mejorar nuestro entendimiento del proceso de desarrollo y crecimiento económico, a través de la interacción con los problemas de la población, por medio de dos vías: en primer lugar incrementa la producción con la educación y la capacitación en habilidades para el trabajo; y, por otra parte el capital humano es generador de conocimiento que permite la innovación, y a su vez el desarrollo tecnológico. (Texeira, 2007).

La crítica del capital humano se basa principalmente en que esta teoría tiene como fin el crecimiento económico, sin considerar otras dimensiones de la condición humana:

“La función del capital humano en el desarrollo de los pueblos subraya la importancia universal de la educación, pero sin reconocerle un valor sustantivo, sino solamente el derivado de su contribución al crecimiento económico. Bajo esta perspectiva, los individuos se tratan como un activo más, como lo son las edificaciones o la maquinaria, y como tal son el resultado de una inversión monetaria, a la vez que generadores de más renta con la que poder hacer nuevas inversiones. Dicho de otra manera, los seres humanos son considerados como factores productivos (como un elemento más del mecanismo de la producción), y por consiguiente con un valor meramente instrumental” (Cejudo, 2006).

Como podemos apreciar la teoría del Capital Humano reconoce el rol fundamental de la educación en todas sus formas, ya sea, la escolarización, la capacitación o la experiencia laboral, con el fin de mejorar la productividad y el crecimiento económico y ha fundamentado su teoría, tanto en el plano teórico como en el empírico, sin embargo, este enfoque está orientado principalmente al crecimiento económico, objetivo principal de la teoría desarrollista. Es necesario considerar otras visiones que permitan ampliar el concepto de la educación hacia un enfoque integral de futuro para la humanidad.

Enfoque de capacidades

Amartya Sen (1933-), economista y filósofo indio, ha dedicado su investigación durante más de cuatro décadas, a la teoría del desarrollo humano, economía del bienestar y desarrollo de capacidades, entre otros. En 1979, presentó su ponencia ¿Igualdad de qué?, dentro del ciclo de conferencias Tanner en la Universidad de Standford, un estudio seminal que sentó las bases de la conceptualización del Desarrollo de Capacidades. En el título de la ponencia y su análisis central el autor reconoce implícitamente que todas las teorías de orden social manifiestan la necesidad de igualdad dentro de un ámbito u otro (Sen, 1995). En este estudio Sen critica las visiones de la igualdad en el Utilitarismo, el Bienestarismo y la Igualdad Rawlsiana, las que considera incompletas para evaluar la igualdad de los seres humanos. Para su análisis propone la comparación de una persona disminuida físicamente con respecto a otras que no tienen esta condición.

El Utilitarismo tiene como objetivo maximizar la de sumatoria utilidades marginales, entendidas como la utilidad que se obtiene con cada unidad adicional que recibe el individuo. Uno de los problemas de este análisis es la falta de consideración

sobre la diversidad de intereses de los individuos y la dinámica de la distribución atendiendo sus necesidades específicas y “supone que las utilidades tienen un contenido descriptivo comparable interpersonalmente” (Sen, 1977, 138). Por otra parte el Utilitarismo asume la utilidad marginal como un indicador adecuado de la importancia ética de las necesidades individuales, yendo incluso a representar la importancia social. En el afán de maximización de la utilidad se podría quitar ingresos a las personas con desventajas, por tener una menor utilidad marginal, y entregárselos a personas con niveles de ingresos mayores, ya que estos tendrían una utilidad marginal superior, los ingresos se valoran por la capacidad de satisfacer deseos humanos.

Para Sen el Bienestarismo es “la opinión según la cual se puede juzgar totalmente la bondad de una situación según la bondad de las utilidades de esa situación”, y constituye una ampliación del concepto del Utilitarismo. En este caso se considera la utilidad total antes que la marginal y difiere en el sentido que la utilidad marginal es condicional, mientras que la utilidad total está sujeta a la observación directa. La utilidad total se puede ver como la relación entre las personas y los bienes. Se identifica dos problemas principales en el Bienestarismo, el primero que no considera la intensidad de las necesidades ya que tiene preferencia por la igualdad de la distribución; y, en segundo lugar “no toma en cuenta para nada el número de personas cuyos intereses se ven apartados de los intereses de los menos favorecidos” (Sen, 1977, 144).

La igualdad Rawlsiana establece el concepto de “bienes primarios sociales”, dentro de los que se incluyen: derechos, libertades, oportunidades, ingresos y riqueza; además, las libertades fundamentales. En este supuesto la ventaja no se mide con la utilidad, sino mediante un índice de bienes primarios. Sin embargo, la principal crítica, surge en el caso de las personas más desaventajadas, ya que esta propuesta las considera como moralmente irrelevantes. Otra falencia viene dada por la falta de atención en la diversidad de seres humanos:

“Somos diferentes no sólo con respecto a nuestra riqueza heredada, sino también en nuestras características personales. A parte de las diferencias puramente individuales (por ejemplo, capacidades, predisposiciones, diferencias físicas), también existen contrastes sistemáticos entre grupos (por ejemplo, entre mujeres y hombres, en aspectos específicos tales como la posibilidad de embarazo y cuidado del recién nacido). Con el mismo haz de bienes elementales, una mujer embarazada o una mujer con hijos que cuidar, tiene mucha

menos posibilidad de alcanzar sus objetivos que un hombre que no tiene que cargar con este peso. La relación entre bienes elementales, por una parte, y tanto libertad como bien-estar por otra, puede modificarse por la diversidad interpersonal y entre grupos de características específicas” (Sen, 1995:39).

Sen sugiere que la visión de Rawls tiene un carácter fetichista, ya que “toma los bienes primarios como la materialización de la favorabilidad de una condición, en vez de considerar estas ventajas como una relación entre las personas y los bienes” (Sen, 1979:150).

Ante esta limitación en el tratamiento de las visiones analizadas, Sen propone un nuevo concepto: las Capacidades Básicas. El concepto de capacidades básicas trasciende a los bienes primarios, y pone de manifiesto el valor, no de las cosas buenas que poseen o tiene acceso los seres humanos, sino, que suponen estas cosas buenas para ellos. Las capacidades básicas interpretan las necesidades y los intereses de las personas (Sen, 1977).

Para Sen todas las teorías de organización social buscan la igualdad en algún espacio, se diferencian en las variables focales importantes que definen el espacio, es decir exigen el tratamiento igualitario de los individuos en alguna dimensión significativa. La respuesta a la pregunta ¿Igualdad de qué?, depende de la concepción ética de la organización de la sociedad. Plantea un sistema de valoración basado en la libertad.

El enfoque de capacidades tiene tres componentes principales: los funcionamientos, las capacidades y la libertad. Los funcionamientos se definen como las cosas que las personas hacen y las situaciones en las que se encuentran a través del uso de recursos (dinero, vivienda, alimentación, etc.). Los funcionamientos reflejan el bienestar material de los individuos y presentan la información más elemental del enfoque, ya que pueden constatarse de manera directa. No importa tanto los recursos que dispone el individuo sino que consigue hacer con estos recursos, los funcionamientos alcanzados constituyen el bienestar de una persona.

“Cuando se enfoca el bienestar desde el punto de vista de la capacidad, (...), se mueve la atención desde el espacio de los medios en forma de bienes y recursos, al espacio de los funcionamientos constitutivos del bienestar humano y hace posible el tomar nota del conjunto de vectores de funcionamiento entre los que puede elegir la persona” (Sen, 1995:167).

Las capacidades, en cambio, es la facultad de alcanzar algo. Para Sen las capacidades representan las oportunidades reales que tienen los seres humanos para alcanzar la vida que uno podría llevar. La capacidad es el hecho efectivo de poder alcanzar algo y no meramente declarativo, por lo que existen tantas capacidades como funcionamientos. El conjunto de capacidad en el ámbito de los funcionamientos refleja la libertad de la persona para elegir entre posibles modos de vida. El enfoque de capacidades no propone una lista definida de las capacidades, porque “los funcionamientos relevantes y su importancia relativa dependen del ámbito del bienestar humano que deseemos evaluar” (Cejudo, 2006). Entre las principales capacidades se pueden mencionar: la salud, una vida larga, satisfacción de necesidades nutritivas, la vivienda, tener educación, participar activamente en la comunidad, tomar parte de los adelantos científicos, entre otras.

El conjunto de capacidades es la libertad general de la que goza una persona para buscar su bienestar. El enfoque de capacidad demuestra la necesidad de examinar la libertad de realizar y de realizarse en general y las capacidades de funcionar en particular. En este contexto la libertad de elegir es medio y fin que caracteriza a una sociedad justa. Por lo tanto el desarrollo puede definirse “como un proceso de expansión de las libertades reales de que disfrutaban los individuos” (Sen, 2000).

“El papel instrumental de la libertad se refiere a la forma en que contribuyen los diferentes tipos de derechos y oportunidades a expandir la libertad del hombre en general y, por lo tanto, a fomentar el desarrollo. (...) La eficacia de la libertad como instrumento reside en el hecho de que los diferentes tipos de libertad están interrelacionados y un tipo de libertad puede contribuir extraordinariamente a aumentar otros” (Sen, 2000: 19).

En el enfoque de capacidades surge la preocupación de establecer un índice que refleje de manera apropiada este concepto. Esta preocupación llevará a Sen a participar en la construcción del Índice de Desarrollo Humano, IDH, indicador asumido por la Naciones Unidas para medir el desarrollo humano entre países, que difiere del criterio agregado que se utiliza comúnmente (Producto Interno Bruto, PIB), ya que el IDH busca “la promoción de la riqueza de la vida humana entera, antes que la de la economía en la que los seres humanos viven, que es sólo una parte de aquella”, sin embargo, Sen menciona que: “El Índice del Desarrollo Humano de las Naciones Unidas emplea la perspectiva de

las capacidades de un modo limitado pero suficiente como para hacer de dicha perspectiva una herramienta valiosa para sus cálculos y valoraciones” (Sen, 2006).

Amartya Sen propone el enfoque de capacidades, como una expansión del concepto de capital humano, en el sentido que la ampliación de la capacidad del ser humano tiene importancia ya que permite estimular la productividad, elevar el crecimiento económico, ampliar las prioridades del desarrollo y contribuir a controlar razonablemente el cambio demográfico; y, por otra parte afecta al ámbito de las libertades humanas, del bienestar social y de la calidad de vida, tanto por su valor intrínseco como por su condición de elemento constitutivo de este ámbito (Sen, 1998).

El papel que juega la educación en el enfoque de capacidades es esencial, ya que la educación sirve para aumentar las capacidades de vivir una vida valiosa. En este sentido la educación no tiene solamente valor instrumental, sino también importancia intrínseca por su relación causal con la libertad y la capacidad. La educación tiene la calidad emancipadora, ya que la educación libera ciertas aptitudes convirtiéndolas en capacidades para funcionar. La educación provee funcionamientos como la lectura y escritura y éstas a su vez, promueven la adquisición de información necesaria para conocer y prevenir enfermedades, ejercer elecciones a través de nuevos funcionamientos. La educación básica permite a las personas conocer y reclamar los derechos establecidos en las leyes, y de esta manera participar activamente en la comunidad de una manera democrática. La educación además contribuye a vivir en paz, promoviendo la auto estima, el respeto a los demás sin discriminación de sexo o etnia, así como de influir en el mundo que nos rodea, lo que Sen denomina agencia (Cejudo, 2006).

Como se ha podido apreciar, el enfoque de capacidades y el desarrollo como libertad que propone Amartya Sen, supera la visión crematística de las teorías que tienen como variable focal el crecimiento económico y la utilidad. De otra parte, pone de manifiesto el papel trascendente que tiene la educación para alcanzar capacidades y libertades, éstas como fin y medio del desarrollo.

Desarrollo Endógeno

La concepción del desarrollo económico evoluciona conforme evoluciona la sociedad misma, y tiene que dar solución a los nuevos problemas presentes en el nuevo contexto.

En un mundo polarizado por la guerra fría, surge la preocupación del crecimiento económico desigual entre regiones, y su análisis a través de modelos teóricos sobre su origen y dinámica. Se pueden destacar tres momentos principales, en los influyeron las corrientes de pensamiento económico dominantes:

“el primero, cuando la influencia procedió principalmente de las ideas y recetas keynesianas; el segundo, cuando estas fueron desplazadas por modelos de corte neoclásico y el tercero, actualmente en pleno desarrollo, donde el influjo procede de un conjunto de nuevos modelos, también de origen neoclásico, que privilegian el carácter endógeno del crecimiento.” (de Mattos, 1999:184)

Las ideas Keynesianas proponían principalmente, la intervención del Estado para sostener la demanda agregada, promover el crecimiento económico y el empleo. Sobre esta influencia fueron desarrollados varios modelos de crecimiento, entre los principales se encuentran los que fueron formulados por Harrod, Domar, Kaldor, Robinson y Pasinetti. Estos modelos y sus resultados dieron paso a teorías de desarrollo económico y social. Sobre el tema de la convergencia económica regional, los modelos reflejaban resultados categóricos: “en una economía libre de mercado el crecimiento tendía a beneficiar acumulativamente a los territorios de mayor desarrollo (o centrales) y a perjudicar a los menos desarrollados (o periféricos)”. (de Mattos, 1999:187)

En contraposición con estas ideas, el economista estadounidense, Robert Solow, propone un modelo en que la tasa de crecimiento es determinada por la oferta y el factor nivel tecnológico, que tiene un carácter exógeno y viene incorporado al capital. Para Solow, los supuestos que maneja el modelo, son que: la demanda se ajusta de manera pasiva a la oferta, los procesos productivos tienen retornos constantes de escala y fundamentalmente el rendimiento marginal del capital es decreciente. Con este modelo se podía prever que la convergencia de las tasa de crecimiento. Con la crisis fiscal del Estado keynesiano, creció la aceptación del modelo neoclásico y devino en la aplicación de recetas neoliberales: “liberalización económica que permitiese restituir el libre juego de las fuerzas del mercado, consecuente reforma del Estado guiada por estrictos principios de subsidiaridad y de neutralidad, amplia apertura externa que permitiese integrar mercados a escala mundial.” (de Mattos, 1999:189). Implícitamente la mano invisible del mercado haría converger a las naciones a un equilibrio intrarregional.

Por otra parte en la segunda mitad de la década de 1980, se retoman los hechos estilizados trabajados por Kaldor, y se propone Modelos de Crecimiento Endógeno, que

se caracterizan por tener una función de producción donde la tasa de crecimiento depende de tres factores: capital físico, capital humano y conocimientos, que pueden ser sujetos de acumulación y generan externalidades positivas asociadas a la inversión, que se traducen en retornos crecientes de escala. Estos modelos consideran a la empresa privada como la principal fuente de acumulación de factores productivos, obtenidos principalmente a través de su capacidad creativa y la incorporación de conocimiento previamente desarrollado.

En síntesis, el nivel de ingreso a largo plazo de un determinado territorio estaría determinado por la acumulación de capital físico, capital humano y conocimientos, donde los niveles respectivos pueden considerarse como variables endógenas, determinados por decisiones de ahorro e inversión motivadas por expectativas de ganancia.

A partir de la difusión de estos modelos, se construye una teoría compleja sobre el Desarrollo Endógeno, basada en la integración de distintas teorías y conceptos de desarrollo anteriores como son: la teoría del gran impulso (Rosenstein-Rodan), las vinculaciones hacia adelante y hacia atrás (Hirschman), la teoría de polos de crecimiento (Perroux), la teoría del crecimiento dualista (Ranis y Fei), la teoría de la dependencia (Cardoso, Dos Santos y Sunkel), la teoría territorial de desarrollo y las teorías de desarrollo organizacional (Ballandi, Costa y Porter).

La teoría de desarrollo endógeno considera que el crecimiento económico no depende solamente de la dotación de recursos y la capacidad de ahorro e inversión de un territorio, sino también considera la organización de los sistemas de producción en redes, la difusión de las innovaciones, el desarrollo urbano del territorio y el cambio de las instituciones, y de la interacción que se produce entre estas fuerzas (Vázquez, 2007). Se puede entender el desarrollo endógeno como “un proceso de crecimiento económico y cambio estructural, liderado por la comunidad local utilizando el potencial de desarrollo, que conduce a la mejora del nivel de vida de la población local” (Hernández et al, 2012:133).

La política de desarrollo endógeno tiene especial preponderancia ya que “facilita el desarrollo empresarial y la creación de redes de empresas, fomenta la difusión de las innovaciones y el conocimiento, mejora el desarrollo urbano, y estimula la dinámica del tejido institucional” (Vázquez, 2007:202). Los factores claves del para el diseño de una

política pública orientada a implementar un modelo de desarrollo endógeno tiene que considerar cuatro niveles: funcionamiento del modelo son:

“Microeconómico (introducción de innovaciones tecnológicas y de gestión en las actividades productivas y el tejido local de empresas); mesoeconómico (creación de entornos innovadores territoriales para el desarrollo empresarial mediante la integración de distintas políticas sectoriales y de cooperación de actores públicos y privados); metaeconómico (estímulo a la capacidad de los actores locales en los ámbitos de la animación social y la concertación estratégica); y macroeconómico (sostenimiento de los equilibrios macroeconómicos, marco jurídico y normativo apropiado, así como la facilitación del acceso al crédito para las pequeñas empresas y cooperativas, la reglamentación laboral y medioambiental, y el diálogo social, entre otros)”. (Hernández et al, 2012)

Las Tecnologías de la Información y Comunicación podrían tener un papel trascendente en la implementación de un modelo de desarrollo endógeno, ya que atraviesan transversalmente la sociedad y tienen participación en la mayor parte de sus actividades y con un proceso de apropiación adecuado se pueden convertir en herramienta del cambio tecnológico, la participación social, el servicio gubernamental, entre otros.

Políticas de TIC para la Educación en el Ecuador

Durante la década de 1990 diversos organismos internacionales posicionaron el discurso de la Sociedad de la Información, una sociedad naciente que estaba caracterizada por el uso intensivo de información y tecnologías para su comunicación y manejo. En el Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2001, se habla de la brecha tecnológica que genera el uso dispar de países de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Con el concepto de Brecha Digital, también se estableció la necesidad que los países incluyan en sus agendas de política la lucha contra la brecha digital y la inclusión en el nuevo contexto internacional.

En el ámbito de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el Ecuador, la implementación de ésta política pública se ha venido trabajando desde hace más de una década. Tiene su principal referente en la III Cumbre de Jefes de Estado en Quebec, en Abril del 2001. En esta cumbre se reconoció que: “(...) una extraordinaria revolución está en camino, con profundas consecuencias sociales, culturales, políticas y económicas para el mundo entero. Se trata de una revolución tecnológica, a partir de la cual los recursos más valiosos para el desarrollo de las sociedades pasan a ser: la

información y el conocimiento.” Reconocida esta realidad, los Jefes de Estado definieron las políticas y estrategias para desarrollar la capacidad de Acceso Universal de los ciudadanos del hemisferio a la información y a los conocimientos, a través de una Agenda para la Conectividad en las Américas, mediante el desarrollo de agendas y estrategias nacionales.

Es así que, en agosto de 2001, se crea la Comisión Nacional de Conectividad, un ente interinstitucional encargado de elaborar la Agenda Nacional de Conectividad, ANC. Con la participación de diversos actores de la sociedad civil, el sector académico, el sector privado y sector público se construyó una propuesta, que fue aprobada y establecida como política prioritaria del estado mediante decreto ejecutivo en noviembre de 2002.

La Agenda Nacional de Conectividad se definía como:

“un instrumento dinámico que articula políticas, estrategias, programas y proyectos dirigidos a dotar de capacidad de comunicación al interior de la sociedad ecuatoriana y con su entorno subregional y global, utilizando Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), que tiene como sus fines la evolución hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento así como garantizar el ejercicio del derecho al acceso y uso de manera justa y democrática a las TIC para permitir el desarrollo humano integral de los habitantes de la República del Ecuador.” (CONATEL, 2002)

La ANC, tuvo 5 ejes estratégicos: Infraestructura, Educación, Salud, Gobierno en línea, Comercio Electrónico. El eje de Teleducación tenía a cargo gestionar la parte educativa que correspondía a la ANC, para lo cual identificó tres estrategias. La primera se refería a desarrollar la transversalidad de las TIC en la Educación tanto para el docente como para el alumno, a través de un Portal Educativo con contenidos pedagógicos en línea, así como implementar una red de conectividad exclusiva de educación, y desarrollo de software educativo. La segunda estaba orientada a establecer un acceso preferencial a las TIC a los actores de la educación, tanto establecimientos educativos, como docentes, con la dotación de Internet y equipo informático de manera gratuita. Y la tercera estaba orientada a desarrollar una cultura de TIC en la educación, con programas de capacitación principalmente hacia docentes. Debido a la inestabilidad política, la baja apropiación por parte de los actores educativos y la falta de fuerza regulatoria, esta iniciativa se diluyó, sin llegar a obtener los resultados esperados.

Mediante consulta popular, realizada el 26 de noviembre de 2006, se aprobó como política de estado el Plan Decenal de Educación, que consta de 8 políticas, y ninguna de ellas hace mención directa a la implementación de TIC en la educación.

Durante el año 2006 se realizó un esfuerzo similar a la Agenda de Conectividad, denominado Libro Blanco Estrategia para el desarrollo de la Sociedad de la Información en Ecuador, en mismo que contenía una estrategia específica para la Educación. Nuevamente con el cambio de gobierno esta iniciativa no prosperó.

En la Constitución Política del Ecuador, aprobada a través de consulta popular en el año 2008, se articularon derechos de los ciudadanos sobre las TIC y la educación. A continuación se detalla los relativos a educación. El artículo 16 en su numeral 2 señala que todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho al acceso universal a las tecnologías de información y comunicación. En el artículo 26 se establece que la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. En el artículo 347 numeral 8, indica que será responsabilidad del Estado incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales. Cabe mencionar que el artículo 344 define el Sistema Nacional de Educación y establece su rectoría:

“El sistema nacional de educación comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos y actores del proceso educativo, así como acciones en los niveles de educación inicial, básica y bachillerato, y estará articulado con el sistema de educación superior. El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad educativa nacional, que formulará la política nacional de educación; asimismo regulará y controlará las actividades relacionadas con la educación, así como el funcionamiento de las entidades del sistema.”
(Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

El Ministerio de Educación, en el año 2010, estableció el Sistema Integral de Tecnologías para la Escuela y la Comunidad, SITEC, el que tiene por objeto construir e implementar un sistema integral de tecnologías para la escuela y la comunidad en todo el sistema educativo público del país que apoye la calidad de la educación nacional (Ministerio de Educación del Ecuador, 2010).

Mediante Acuerdo Ministerial 141-11, del 07 de abril de 2011, el Ministerio de Educación en su artículo 1 instituye:

“la incorporación al proceso educativo de las Tecnologías de información y comunicación (TIC), como contribución al mejoramiento de la calidad educativa y al fomento de la ciudadanía digital en la comunidad educativa, a través de la dotación de equipos informáticos y el uso de tecnologías e Internet en los establecimientos educativos públicos del país.” (Ministerio de Educación del Ecuador, 2011).

Así también se dispone a la Subsecretaría de Calidad Educativa en conjunto con la Gerencia del Proyecto SITEC coordine con el Plan Nacional de Conectividad, dirigido por el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, MINTEL, para la dotación de equipos informáticos y del servicio de Internet (Ministerio de Educación del Ecuador, 2011). Este plan tiene como objetivo “de impulsar y fortalecer los procesos educativos sobre el aprovechamiento de las Tecnologías de Información y Comunicación, promoviendo así el crecimiento económico del país, la inclusión social y la reducción en la desigualdad del aprendizaje escolar.” (Mintel, 2014)

Adicionalmente el Ministerio de Educación ha desarrollado el portal www.educarecuador.gob.ec, que contiene recursos pedagógicos para la comunidad educativa, como parte del proyecto Comunidad Educativa en línea.

Como se ha podido apreciar, actualmente existen las disposiciones legales para implementar una política pública, sin embargo el tema legal no es el único. La Política Pública parte de un reconocimiento de la importancia que tiene un determinado tema para el país, es decir, es necesario tomar acciones para identificar objetivos nacionales y mecanismos de gestión y ejecución para la consecución de metas, por lo tanto:

“La formulación de políticas públicas compone un escenario de comunicación en pro de soluciones al conflicto social identificado; así, la construcción y aplicación de la política constituye una dinámica de participación social y fortalecimiento de la democracia, sostenida por quienes representan a los diferentes grupos involucrados.” (Jurado, 2005, p.10-11)

En este caso el reconocimiento social está dado, no así, la participación sostenida de todos los actores de la educación. Por otra parte, a pesar que existe una articulación entre dependencias del Estado, no hay reportes sobre las acciones que se han tomado como política integral, lo cual de una percepción de esfuerzos inconexos.

Para que la política pública se despliegue con resultados significativos se debe convocar a una participación nacional, donde confluyan investigadores, observatorios, universidades, entre tantos otros actores de la educación en el país. Las Instituciones deberían tener mecanismos de interacción que permitan el diálogo, Gobierno, Sociedad Civil, Academia y Sector Privado, así como el seguimiento, la evaluación y fiscalización.

CAPÍTULO II EVIDENCIA EMPÍRICA

En esta sección se analiza varios trabajos empíricos recientes sobre estudios similares a los que propone esta investigación. El análisis incluye una revisión de los objetivos propuestos en cada investigación, la metodología de identificación de impacto utilizada y los resultados encontrados. Se presentan estudios de diversos países que tienen distinto nivel de desarrollo. El orden de presentación es cronológico de acuerdo a su publicación.

TIC y educación

Una brecha que las sociedades deben afrontar, es la brecha digital. La difusión global de las Tecnologías de la Información y Comunicación, ha generado cambios profundos en las relaciones económicas, sociales, productivas y culturales, dando como resultado la llamada Sociedad del Conocimiento. Esta nueva sociedad se caracteriza por el uso intensivo de la información y la generación de conocimientos. Es necesario adecuar los sistemas educativos para que sean capaces de responder a las nuevas demandas y desarrollar las capacidades oportunas en los estudiantes.

“En perspectiva, se pueden observar tres visiones predominantes para justificar la incorporación de las TIC a las escuelas: según un racional económico, esta incorporación es necesaria para hacer más competitiva la economía de los países; según un racional social, las escuelas deben ayudar a disminuir la brecha digital que amenaza con introducir nuevas desigualdades en la sociedad; y según un racional educativo, las TIC pueden ayudar a resolver los problemas de enseñanza y gestión que enfrentan las escuelas” (Jara, 2007: 374).

De acuerdo con la Unesco, la inversión que realizan los países en TIC para la educación en Latinoamérica es creciente, solamente en dotación de equipos los países invierten cientos de millones de dólares (UNESCO, 2010). Sin embargo, el éxito de la implementación de políticas TIC en educación no depende exclusivamente de la infraestructura, sino también del desarrollo de contenidos pertinentes, la capacitación del docente y modelos pedagógicos adecuados.

A pesar de la gran difusión que han tenido las TIC en educación todavía existe un debate sobre los impactos reales de la implementación de estas en las escuelas. Es

por esto que la UNESCO, en su documento “El impacto de la TIC en educación” señala que:

“(…) es relevante debatir y desarrollar enfoques, instrumentos y prácticas institucionales de evaluación del impacto de las TIC en el logro de los aprendizajes, tanto para contribuir a la formulación de políticas y la toma de decisiones respecto de la dotación y uso de las TIC en las aulas, como para propiciar investigaciones más precisas que sirvan para detectar “historias de éxito” y generar conocimientos y modelos, movilizand o agendas de políticas a partir de ellas” (Schalk, 2010:4).

Es conveniente mencionar que existen diversas experiencias de implementación de proyectos de TIC en educación basadas en la teoría constructivista, la cual se enfoca en la *construcción del conocimiento a través de actividades basadas en experiencias ricas en contexto*. Se considera que el constructivismo ofrece un nuevo paradigma para esta nueva Sociedad de la Información, que con el incremento en la oferta de contenidos TIC los estudiantes tienen la posibilidad de controlar ellos mismos la dirección de su propio aprendizaje, así como también, desarrollar la capacidad de construir conocimiento (Hernández, 2008).

Estudios Empíricos

Los investigadores Banerjee, Cole, Duflo y Linden (Banerjee et al. 2005) realizaron un experimento aleatorio, para medir la efectividad de dos intervenciones de remediación escolar, implementados en la India, en las ciudades de Mumbai y Vadodara, durante el año 2004. La primera intervención contrató a jóvenes maestras para ayudar a los estudiantes de tercer grado y de cuarto grado que no lo habían superado, con clases extracurriculares de dos horas por día. La segunda intervención se realizó con la implementación de un programa de Enseñanza Asistida por Computadora para los estudiantes de cuarto grado, solo en la ciudad Vadodara, donde los estudiantes dedicaban dos horas a la semana a jugar con programas que requerían la solución de problemas matemáticos de acuerdo al nivel de cada participante. La investigación dio como resultado un sustancial efecto positivo en el incremento del rendimiento académico de los estudiantes. Para el caso del programa de Enseñanza Asistida por Computadora se identificó que los estudiantes incrementaron su nota de matemáticas en

0.35 desviaciones estándar durante el primer año y 0.40 desviaciones estándar durante el segundo año de ejecución y fue igualmente efectivo para todos los estudiantes.

En el año de 2005, James A. Baker (Baker, 2005), realizó un estudio comparativo para evaluar las diferencias en el desempeño académico de los estudiantes repitentes en la asignatura de Algebra 1b, que siguen dos modelos de aprendizaje: uno basado en el método tradicional de toda la clase centrada en el profesor, con revisión y refuerzo (TCE); y otro, de avance individualizado y dominio de temas, basado en un entorno enriquecido de aprendizaje (CELE). Para los estudiantes de CELE se utilizó el software PLATO, que se define como un recurso curricular que proporciona contenido para los estudiantes, y que incluye una herramienta de gestión para las pruebas preliminares, evaluación, ubicación, pruebas post y determinar el dominio sobre la base de parámetros previamente establecidos por el profesor, administrador o distrito. El método de investigación utilizado fue Cuasi-experimental y tomó como insumo las pruebas comparativas del Distrito Escolar Independiente de Aldine en el área de Algebra 1, la misma que fue aplicada a 122 estudiantes del Colegio Mac Arthur, los cuales fueron divididos en dos grupos: CELE (59 tratamiento, usan el sistema PLATO) y TCE (63 control, no usan el sistema PLATO). Los resultados del estudio no arrojan evidencia suficiente para implicar que los estudiantes en el grupo CELE fueron más exitosos los que estuvieron en el grupo TCE.

En su artículo *“To compare the Effects of Computer Based Learning and the Laboratory Based Learning on Students achievement regarding electric circuits”*, los autores Bayrak, Kanli y Kandil (Bayrak et al., 2007), a través de un diseño experimental realizado en Azdavay, Turquía, analizan que tan eficaz es la enseñanza de la física con programas simuladores en la computadora, comparada con la enseñanza basada en laboratorios, específicamente para la materia de Circuitos Electrónicos. Para seleccionar los alumnos que participarían del experimento, se realizaron dos pruebas para medir el nivel de interés en laboratorios de computación y laboratorios de física, luego se seleccionaron los alumnos con resultados en medias estadísticas similares en las dos pruebas. Se conformó dos grupos de 14 estudiantes para tratamiento y control. La intervención fue realizada con el software llamado Edison 4.0, que permite simular experimentos de física, con el que trabajó el grupo de tratamiento durante cuatro semanas, mientras que el grupo de control asistió durante el mismo periodo a

laboratorios regulares con instrumentos reales. Se confeccionó una prueba estándar sobre la materia de Circuitos Electrónicos, la cual fue aplicada antes y después de la intervención. Al final del estudio se observó que no existe una diferencia significativa entre la instrucción en el laboratorio y la instrucción con el ordenador para influir en el éxito de los estudiantes. De este modo, basado en las pruebas sobre el rendimiento de los estudiantes se concluye que el aprendizaje basado en ordenador es tan eficaz como el que se hace en laboratorio.

En el año 2007, se presentó el estudio *The impact of computer assisted instruction on seventh-grade students mathematics achievement*, realizado por los autores Christopher Tienken y Michael J. Wilson. Este estudio analiza la diferencia del rendimiento en matemáticas alcanzadas en pruebas estandarizadas entre los alumnos de séptimo grado en clases que se realizan con Enseñanza Asistida por Computador, CAI, (sitios Web de matemáticas y programas especializados que se usan como herramientas de práctica para el desarrollo de habilidades matemáticas) y aquellos que en sus clases no usaron estas herramientas. Adicionalmente el CAI se aplica con la propuesta de Aprendizaje Activo, que se resume en cuatro pasos: a) el estudiante puede construir su propio significado, b) el aprendizaje actual está basado en el aprendizaje anterior, c) el alumno está implicado en la interacción social significativa; y, d) el aprendizaje se construye mediante el uso de un auténtico involucramiento con los materiales de aprendizaje. Para este estudio se utilizó un diseño cuasi-experimental a través del modelo ANCOVA, con una prueba de base y una prueba de seguimiento, así también, con una asignación aleatoria de los profesores para tratamiento y control, la muestra incluye 126 estudiantes para tratamiento y 146 de control, de una escuela de Nueva Jersey, Estados Unidos. Del análisis del modelo ANCOVA, se evidencia que no existe diferencia estadística entre el grupo de control y el de tratamiento. Esto debido a la falta de interacción, se consideró que la varianza de la interacción se pudo combinar en el término de error. Esto quiere decir, que tal vez hay interacción pero se acumuló en el error y por eso no hay evidencia de diferencias entre ambos grupos.

Los investigadores Bradley Barker y John Ansorge, en el año 2007 efectuaron el estudio titulado *Robotics as Means to Increase Achievement Scores in an Informal Learning Environment*. Este estudio, realizado en una localidad de Nebraska, Estados Unidos, se basa en un programa extracurricular de robótica en 28 lecciones con el kit

Mindstorms de LEGO; y, el pensum va desde la programación y construcción de retos simples hasta la programación avanzada de robótica e ingeniería, aplicando el modelo de aprendizaje experimental se busca identificar el efecto en los logros de aprendizaje en materias de ciencias, ingeniería y tecnología, de acuerdo a una prueba estándar previamente diseñada. Para identificar este efecto se decidió realizar un diseño cuasi-experimental, para el que se establecieron dos grupos: control y tratamiento. El grupo de control no asiste a las clases extracurriculares de robótica, mientras que el grupo de tratamiento si asiste. Los participantes son 32 estudiantes de una escuela de Nebraska con edades comprendidas entre nueve y once años. Catorce estudiantes fueron seleccionados para el grupo de tratamiento, 18 estudiantes fueron elegidos de manera aleatoria para el grupo de control. Se encuentran resultados positivos en el rendimiento académico.

El estudio *Effects Of A Computer Game On Mathematics Achievement And Class Motivation: An Experimental Study*, realizado por Mansureh Kebritchi, en el año 2008, examina el efecto que tiene una serie de juegos basados en computadora en el rendimiento de los alumnos en la materia de matemáticas y la motivación cuando juegan estos. La metodología que se utilizó fue Experimento Aleatorio, para el análisis de la data se utilizó la metodología MANCOVA. En el estudio participaron un total de 193 estudiantes y 10 profesores participaron en el experimento. Las variables dependientes que se utilizaron en el estudio fueron los resultados obtenidos en las pruebas sobre rendimiento en matemáticas y el rendimiento con los juegos; y, los resultados obtenidos en las encuestas de motivación. Los resultados del estudio señalan que existen mejoras significativas en el rendimiento de los estudiantes del grupo de tratamiento con relación a los de control, sin embargo no existen resultados significativos para el análisis de la motivación. Lo anterior se afirma con base en el análisis de la potencia estadística, que para el primer caso fue de 0.97.

El investigador Fengfeng Ke, realizó un estudio en el año 2008, titulado “Computer Games Application within Alternative Classroom Goal Structures: Cognitive, Metacognitive, and Affective Evaluation”, que incorporó juegos de computadora en distintas situaciones en el aula y analizó su efectividad, en comparación con métodos tradicionales de ejercicios con papel y lápiz, para facilitar el aprendizaje de la asignatura de matemáticas. Adicionalmente propuso un cambio en la estructura de

objetivos en el aula, entendida como las formas en que los estudiantes interactúan entre sí y con el profesor para lograr un objetivo pedagógico, y, analizó si este cambio favorece los efectos del uso de juegos basados en computadora. Para desarrollar esta investigación se tomaron 487 estudiantes de quinto grado de dieciocho escuelas públicas rurales del estado de Pensilvania, Estados Unidos. Con estos estudiantes se conformaron 6 grupos, tres que usaron los juegos de computadora y tres que realizaron su aprendizaje de la manera tradicional. Tanto en los grupos de tratamiento como en los de control se seleccionó un grupo con la estructura objetivo competitiva, otro con la estructura cooperativa y finalmente un tercero con la estructura individualista. La metodología de análisis que se usó fue cuasi-experimental. Los resultados de este estudio indican que los juegos de computadora fueron significativamente más efectivos promoviendo la motivación de los alumnos en el aprendizaje de matemáticas, no así, con el desempeño de los estudiantes en las pruebas de rendimiento académico. Por otra parte, se pudo identificar que la estructura de objetivos cooperativa, en contraposición a la estructura individualista y competitiva, aumentó significativamente el efecto de los juegos de computadora en la actitud hacia el aprendizaje de la asignatura de matemáticas.

En el año 2005 en la ciudad de Guayaquil, Ecuador se inició la implementación del proyecto Más Tecnología, que consistió en la dotación de laboratorios de computación en 400 escuelas de educación básica de la ciudad. En las computadoras se incluía un software especializado para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de tercero a quinto grado en las asignaturas de matemática y lenguaje. Este software personalizó el currículo de cada estudiante con base en una prueba inicial, con lo cual los estudiantes debían utilizarlo al menos tres horas a la semana. Adicionalmente se capacitó a los profesores en el manejo de esta herramienta. Los autores Paul Carrillo, Mercedes Onofa y Juan Ponce presentaron, en el año 2010, el estudio *Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador*, en el que analizaron el impacto del uso de esta herramienta en rendimiento académico de los estudiantes en las materias de matemáticas y lenguaje. Para medir este impacto los investigadores realizaron un Diseño Experimental donde asignaron aleatoriamente un grupo de ocho escuelas para tratamiento y la misma cantidad para control, con aproximadamente 400 estudiantes en cada grupo. Los resultados alcanzados indican que el programa Más Tecnología tuvo un

impacto positivo de alrededor de 0,30 desviaciones estándar en las pruebas de matemáticas y un impacto negativo aunque no significativo en las pruebas de lenguaje.

El estudio *The Impact Of Learning Styles On Student Achievement In A Web-Based Versus An Equivalent Face-To-Face*, realizado por el investigador Nick Zacharis, en el año 2010, compara las notas finales de estudiantes en dos ambientes de aprendizaje: uno a través un programa en línea; y, el otro mediante la educación tradicional en el aula. La metodología usada para este estudio consistió en tomar los 161 estudiantes de primer año, de una universidad griega, que cursan la asignatura Introducción a la Programación, de los cuales 77 se inscribieron en la modalidad en línea y los 84 restantes en la modalidad presencial. Los resultados obtenidos indican que los estudiantes del método presencial obtuvieron mejores rendimientos pero las diferencias no son estadísticamente significativas.

Los autores Kenneth R. Koedinger, Elizabeth A. Mclaughlin y Neil T. Heffernan, en el año 2010, publicaron la investigación *A quasi-experimental evaluation of an on-line formative assessment and tutoring system*. Este estudio utilizó el sistema tutorial ASSISTment, que sirve para guiar a los alumnos en el proceso de aprendizaje y además permite a los maestros realizar un seguimiento personalizado. Para el análisis se seleccionó a 1.240 estudiantes de los séptimo y octavo grados de cuatro escuelas urbanas del estado de Massachusetts en Estados Unidos, de las cuatro escuelas, tres fueron seleccionadas como tratamiento y una como control, debido a que esta última no contaba con el equipamiento suficiente para implementar este proceso. La metodología de identificación utilizada fue cuasi-experimental. Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes en el grupo de tratamiento alcanzaron puntajes superiores que aquellos que se encontraban en el grupo de control, en la prueba estándar realizada para medir el efecto en la mejora del rendimiento académico, sin embargo, los autores mencionan que: “aunque la diferencia es estadísticamente fiable, dado que no existió una asignación aleatoria, no podemos estar seguros que la diferencia se debe al uso del sistema ASSISTment y no debido a otros factores en las escuelas” (Koedinger y Mclaughlin, 2010:507).

El estudio *Computer Games for the Math Achievement of Diverse Students*, realizado en Estados Unidos, en el año 2010, por los autores Sunha Kim y Mido Chang, utilizando la base de datos del año 2005, Evaluación Nacional del Progreso Educativo

para matemáticas, NAEP por sus siglas en inglés (National Assessment of Educational Progress), realizaron un análisis de regresión para más de 170.000 estudiantes del cuarto grado. Este análisis consideraba algunas variables de control como: Elegibilidad de almuerzo gratis, Sexo y si el inglés era su idioma natal. Utilizando datos de la misma base, se pudo clasificar a tres grupos: aquellos que usan juegos de computadora para matemáticas diariamente, los que utilizan ocasionalmente y aquellos que nunca juegan. La variable dependiente es los resultados obtenidos en la asignatura de matemáticas. Los resultados muestran que los estudiantes, nativos de habla inglesa, que juegan programas de matemáticas diariamente en la escuela tienen un rendimiento significativamente menor, que los que nunca juegan. Por otra parte, se encuentran efectos positivos en los estudiantes de habla no inglesa que juegan diariamente, alcanzando puntajes superiores que los nativos de habla inglesa que nunca jugaron.

Los autores Md. Aktaruzzaman, Khushi Muhammad, publicaron un estudio titulado *A Comparison of Traditional Method and Computer Aided Instruction on Students Achievement in Educational Research*, en el año 2011. Este estudio se realizó en la Universidad Islámica de Tecnología, en la India, y su objetivo fue el de analizar el efecto de la Instrucción Asistida por Computadora en el rendimiento académico de los estudiantes de tres programas diferentes. Para el estudio se utilizó grupos emparejados con base en el promedio de notas del semestre anterior, de esta manera, se obtuvo 14 parejas de estudiantes seleccionados, los cuales se asignaron de manera aleatoria a los grupos de tratamiento y control. En este estudio solamente se realizó una prueba después de 8 semanas de tratamiento. Los resultados señalan que el grupo de tratamiento obtuvo un mejor rendimiento en la prueba al final de experimento con 2.2 desviaciones estándar.

En el contexto de la XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática, realizada en Recife, Brasil en el año de 2011, los investigadores Ryan Baker, Maynor Jiménez, Erik Salas y Amy Ogan, presentaron el estudio *Tutor Cognitivo y el incremento de aprendizaje en matemática*, el mismo que se refiere a la utilización de un Tutor Cognitivo, en un colegio público rural de Costa Rica, para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de octavo y noveno año, en el tema específico Creación e Interpretación de Diagramas de Dispersión y Gráficos de Barras. Para identificar el efecto que tiene el Tutor en el aprendizaje se seleccionaron 90 estudiantes, a los que se

les realizó una prueba inicial, para luego desarrollar la clase sobre el tema previsto, posteriormente se procedió a la interacción con el Tutor Cognitivo, para finalmente realizar la prueba de seguimiento. Los investigadores señalan que en la prueba inicial (pre-test) los resultados en promedio fueron de 34% con una desviación estándar de 29%, mientras que en la prueba final (post-test) los resultados incrementaron a un 81% con una desviación estándar de 25%.

El estudio *Implementación del modelo sistémico tutorial (MST) y materiales educativos computarizados (MECs) al proceso de enseñanza aprendizaje en ámbito universitario de la FAUBA*, realizado por Luis Carlos Boschi en el año de 2012, Argentina, propone la investigación de la incorporación de métodos basados en TIC para la mejora del aprendizaje en la materia de Floricultura de la carrera de Ingeniería Agrónoma. Para este estudio se evaluaron cuatro grupos, de los cuales, dos se impartieron con el método presencial y dos aplicando el uso de el Modelo Sistémico Tutorial y Materiales Educativos Computarizados. La metodología utilizada fue el análisis ANOVA con la prueba de Turkey mediante los cuales se diferenciaron las poblaciones. Los resultados observan que los alumnos que cursaron el módulo con el sistema MST+MECs obtuvieron mejores calificaciones que aquellos que realizaron el curso de la manera tradicional, adicionalmente se puede apreciar que el nivel de deserción es menor en los alumnos con el sistema MST+MECs.

El Gobierno Peruano implementó el programa “Una Laptop Por Niño” en el año 2008, con la adquisición de 40.000 computadoras portátiles diseñadas para el ámbito educativo, en escuelas rurales con acceso al servicio de electricidad y servicio de Internet (posteriormente se eliminó este último requisito). En el 2009 se distribuyeron las computadoras, tanto a alumnos como maestros de las escuelas seleccionadas, para que los beneficiarios las usaran tanto en la escuela como en su casa (alrededor del 60% de los beneficiarios prefirió dejarlas en la escuela, ya que entendieron que había riesgos económicos en caso de daño o pérdida). El software instalado en las laptops “contiene juegos y aplicaciones que podrían no estar directamente alineados con la matemática y el lenguaje, pero que tendrían el potencial de producir mejoras en las habilidades cognitivas generales”. Los investigadores Ana Santiago, Eugenio Severin, Julian Cristia, Pablo Ibarrarán, Jennelle Thompson y Santiago Cueto, en el año 2012 publican un estudio que analiza el impacto del proyecto implementado. Para el estudio se realizó

un experimento aleatorio a nivel de escuela. La muestra inicialmente fue de 741 escuelas, las que fueron asignadas aleatoriamente a los grupos de tratamiento y control, finalmente, por restricciones presupuestarias y de otra índole la muestra final consideró 319 escuelas, 209 de tratamiento y 110 de control. Los datos utilizados en este estudio se recolectaron durante octubre y noviembre de 2010, luego de aproximadamente 15 meses de implementación del programa. Las variables centrales del estudio fueron los puntajes de los exámenes académicos y pruebas cognitivas, que se aplicaron a “5 estudiantes seleccionados al azar en cada uno de estos tres grupos: i) niños de segundo grado; ii) estudiantes que tomaron el examen estandarizado nacional de 2008 en segundo grado (en lo sucesivo denominados cohorte de seguimiento), y iii) alumnos de sexto grado”. Para cada grupo se realizaron pruebas de matemáticas y lectura. Los investigadores indican sobre los resultados que después de 15 meses de implementación:

“Los resultados muestran efectos limitados sobre el desempeño académico, pero un impacto positivo sobre las habilidades cognitivas y las destrezas relacionadas con la utilización de computadoras. Las habilidades cognitivas pueden mejorar por el uso de los programas de las laptops, ya que estos están dirigidos a mejorar los procesos de pensamiento. Sin embargo, para mejorar el aprendizaje de matemática y lenguaje, se necesita una instrucción de alta calidad” (Cristia et al, 2012:22).

Los autores Tzu-Hua Huang, Yuan-Chen Liu y Hsiu-Chen Chang, desarrollaron una investigación en el año 2012 en la ciudad de Yilan, Taiwan, para 6 clases de segundo y tercer grado de dos escuelas, dentro de las cuales existían alumnos con bajo rendimiento que requerían una instrucción remedial (según sus maestros) y cuyos padres estaban de acuerdo con que ellos participaran del experimento. Este sería el grupo de tratamiento, los alumnos de bajo rendimiento cuyos padres no aceptaron la condición anterior estaban excluidos del grupo de control, los restantes si formarían parte de este grupo. El objeto de esta investigación fue, determinar si las herramientas basadas en computación para asistir en la resolución de problemas matemáticos, puede ayudar a los alumnos con bajo rendimiento a mejorar su desempeño. Los hallazgos obtenidos en el análisis de los resultados indican que el sistema implementado fue significativamente superior para las evaluaciones de los participantes en el grupo de tratamiento, que los del grupo de control.

En este capítulo se ha analizado la evidencia empírica de varias investigaciones que han propuesto el uso de TIC en la educación. Los enfoques más frecuentes en la estrategia de identificación (metodología usada para identificar el impacto en cada estudio), son los experimentos aleatorios y cuasi-experimentales, por ser considerados robustos en cuanto al análisis. Otro aspecto importante es el uso específico que tiene la tecnología en el ámbito educativo, en cada estudio. En algunos casos la tecnología se aplica para la educación remedial de alumnos menos aventajados, en otros para mejorar el desempeño de los estudiantes en distintas materias, así como, se analiza el uso de TIC como método sustitutivo de la educación presencial, o también en la dotación de equipos informáticos a los estudiantes para mejorar el aprendizaje. Los resultados obtenidos en los estudios analizados son disímiles, y en muchos de los casos no se puede evidenciar que existe un efecto en el uso de TIC en educación, o tal vez se encuentra un efecto, sin embargo, no estadísticamente significativo. Son pocos los estudios que presentan resultados positivos con relevancia estadística. Existe un estudio menos riguroso que solo plantea el análisis de medias antes y después del tratamiento sin un grupo de control, que encuentra resultados positivos muy amplios, sin embargo la deficiencia de la metodología usada no puede llevarnos a afirmar que este impacto se deba a la intervención.

Se puede evidenciar, conforme a la bibliografía revisada, que existe una preocupación manifiesta sobre identificar los potenciales beneficio de las tecnologías de la información y comunicación y su aplicación en la mejora de la educación.

CAPÍTULO III METODOLOGIA

Antecedentes

La educación es una actividad consustancial del ser humano y trasciende el ámbito de la escuela. La educación es un proceso de formación, de conocimiento, de enseñanza y aprendizaje que se realiza durante toda la vida. La educación tiene la capacidad de transformar las sociedades y proyectar el potencial de las personas. La educación es un derecho y en cuanto derecho debe también ser universal y de calidad; y, deben ser los estados quienes garanticen ese derecho y respondan a esa necesidad de saber, aprender y enseñar (Freire, 1991). Dado el enfoque de derechos de la educación es evidente el papel de los Estados como garantes de la ejecución de este derecho, a través de políticas públicas que inviertan en un servicio de calidad que devenga en una mejora de la capacidad de los ciudadanos, así mismo, los Estados deben seleccionar las mejores alternativas que aseguren los beneficios asociados a esta inversión (Morduehowicz, 2004).

Los esfuerzos para alcanzar una educación de calidad han requerido ingentes inversiones de parte de los Estados en la implementación de políticas públicas, es aquí donde se hace evidente la necesidad de evaluar las políticas, programas y proyectos tendientes a mejorar la calidad de la educación. En el caso de los organismos internacionales de financiamiento también requieren de la evaluación permanente orientada a la búsqueda de resultados de aprendizaje que permita justificar su inversión.

Existen iniciativas internacionales para evaluar los resultados educativos en cuanto a conocimientos y competencias. Es el caso del estudio PISA por sus siglas en inglés (Programme for International Student Assessment), realizado por la OECD, que evalúa las competencias en las materias de matemáticas, lectura y ciencias. En el 2012, ocho países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay) participaron en el Programa, una prueba que evaluó lo que los jóvenes de 15 años saben y pueden hacer en matemática, lectura y ciencia en 65 sistemas educativos. En los resultados más recientes, el programa informa que los países evaluados en América Latina, se ubicaron en el tercio más bajo del ranking. Siete países de la región tienen un puntaje promedio en matemática debajo del nivel 2 (de 6 niveles

de desempeño), que es considerado como el umbral mínimo para contar con las competencias básicas en esta materia (BID, 2013).

En Ecuador el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval) es un organismo público y autónomo que tiene como función principal establecer los indicadores de calidad de la educación a través de la evaluación continua del aprendizaje, del desempeño de profesionales de la educación y de gestión de establecimientos educativos.

En el año 2013 aplicó la evaluación Ser Estudiante compuesta de cuatro pruebas que miden el grado de dominio de los estándares de aprendizaje establecidos por el Ministerio de Educación en los campos de Matemática, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales. Los estándares de aprendizaje contienen los saberes y destrezas que se espera que los niños, adolescentes y jóvenes alcancen a lo largo de su trayectoria escolar. Así mismo, permiten visualizar el progreso de los dominios centrales de cada campo de estudio al término del primero, cuarto, séptimo y décimo grados de EGB y de tercero de Bachillerato.

A continuación se analizan los resultados que son más relevantes al objeto de estudio de la presente tesis. Con relación al desempeño de los estudiantes del 7mo grado se puede observar en el gráfico 1, se muestran los niveles de desempeño en la materia de matemáticas.

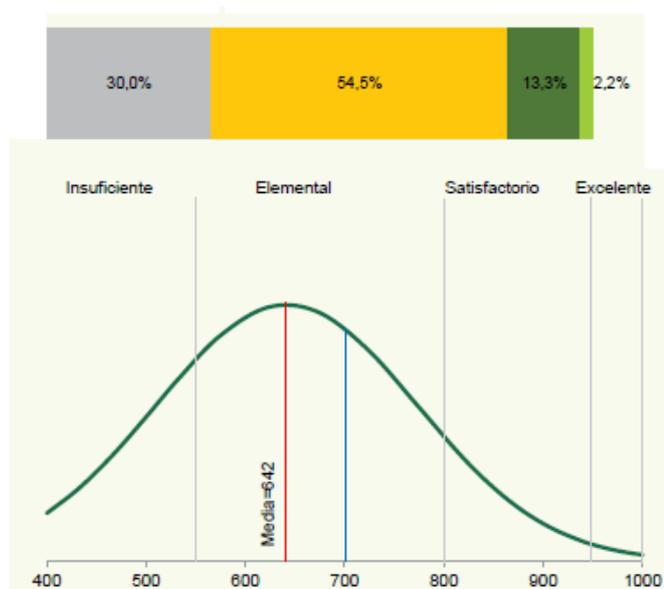


Gráfico 1: Resultados Prueba de matemáticas 7mo. Grado

El gráfico anterior muestra que el 30% de los estudiantes de 7mo. grado alcanzan un nivel insuficiente de desempeño en esta materia, y, que el 54.5% apenas tiene un desempeño elemental.

La evaluación SER se complementa con encuestas que proporcionan datos socioeconómicos de los estudiantes y sus familias. Cuando consultamos sobre el desempeño de los establecimientos e índice económico podemos observar en el cuadrante III Nivel económico bajo e índice de desempeño bajo para estudiantes de séptimo grado en la materia de matemáticas, se encuentra la mayoría de establecimientos fiscales.

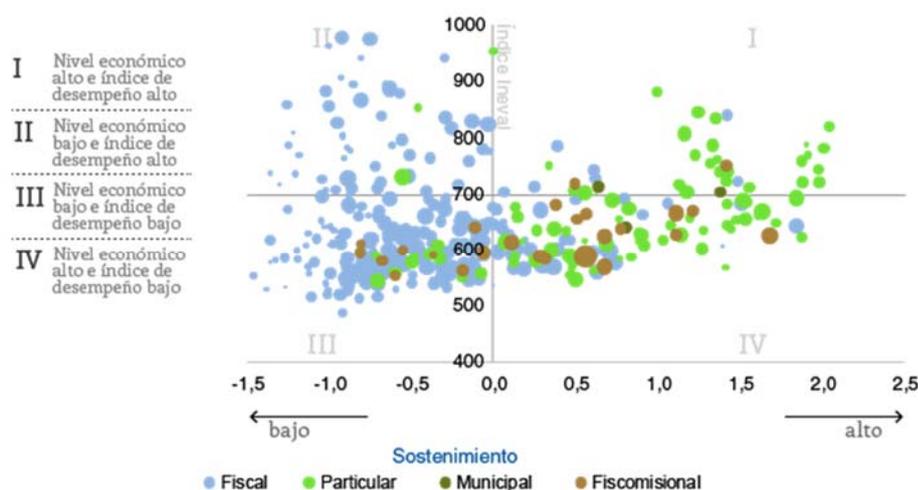


Gráfico 2: Condiciones económicas y índice de desempeño por establecimiento (7mo. grado matemáticas)

En los resultados de la evaluación también se muestran algunas relaciones con variables de tecnologías de información y comunicación, básicamente de disponibilidad en el hogar y uso.

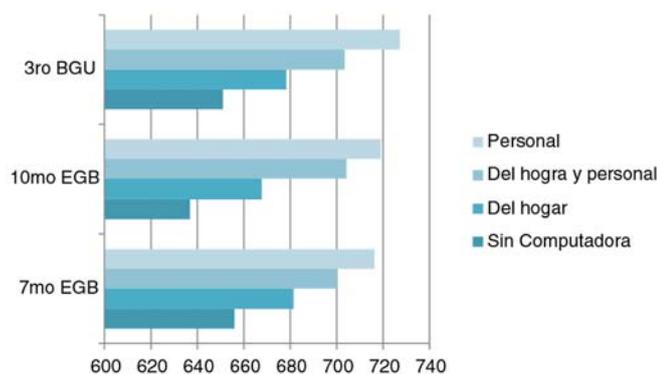


Gráfico 3: Relación del Índice INEV con respecto al tipo de computadora en el hogar

En el gráfico 3 se muestra que los estudiantes que disponen de computadora en el hogar tienen un mejor desempeño que aquellos que no.

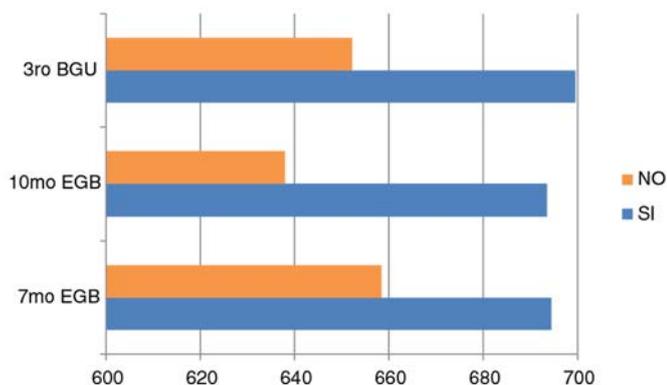


Gráfico 4: Relación del Índice INEV con respecto a la disponibilidad de conexión a internet en el hogar

En el gráfico 4 se muestra que los estudiantes que disponen de acceso a Internet en el hogar tienen un mejor desempeño que aquellos que no.

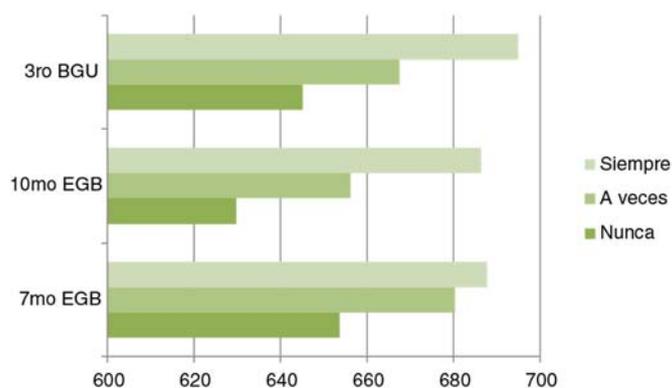


Gráfico 5: Relación del Índice INEV con respecto a la frecuencia de uso de internet fuera de la escuela

En el gráfico 5 se muestra que los estudiantes que usan Internet fuera de la escuela con más frecuencia tienen un mejor desempeño que aquellos que no.

De los resultados presentados podemos afirmar que en sentido general el desempeño en matemáticas en 7mo. grado es bajo, y donde se hace más presente es en los establecimientos de menores recursos económicos. Los gráficos 3, 4 y 5 nos presentan una estadística sobre la interacción con las TIC y el mejor desempeño de los estudiantes, sin embargo no podríamos afirmar categóricamente, que esa sea la causal para el mejor desempeño de los estudiantes.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral es una entidad educativa de nivel superior y está catalogada entre las principales de Latinoamérica por su destacada labor en el campo de la investigación. Cuenta con unos de los más renombrados centros de investigación en TIC. El Centro de Tecnologías de Información, CTI, tiene su marco de acción en la investigación sobre desarrollo, adaptación, innovación e impacto de las TIC. Se ha destacado por la ejecución exitosa de proyectos de intervención de informática educativa, como son: Proyecto Informática Educativa en la península de Santa Elena, Robótica, un método de aprendizaje para colegios, entre otros. Es por estos que se considera un referente de investigación de TIC en la región.

Descripción del Proyecto

El proyecto Sistemas de Tutoría Cognitiva para la educación secundaria en el Ecuador, implementado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, se enmarca en un macro proyecto regional (Chile, Ecuador, México, Colombia, El Salvador) financiado con recursos de Banco Interamericano de Desarrollo, BID.

El proyecto parte de un reconocimiento de las numerosas iniciativas planteadas en América Latina para superar el analfabetismo digital, con diversos resultados. La incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje tuvieron la voluntad de superar problemas estructurales, dar un salto de calidad en función de mejorar el desempeño de los estudiantes en el sistema educativo, a través de la dotación de infraestructura básica de TIC y de programas para superar el analfabetismo digital. Entre tantas iniciativas, se destaca la implementación de Tutores Cognitivos, que son herramientas informáticas, que permiten a los estudiantes seguir un ritmo propio de aprendizaje, superando temas definidos de estudio para avanzar progresivamente al siguiente en dificultad, con inteligencia artificial incorporada, permite sugerir y ayudar a los estudiantes a resolver problemas cuando se presentan al interactuar con la herramienta, de esta manera liberan de carga a los profesores, con lo cual les permite atender de manera personalizada a los estudiantes con dificultades en el aprendizaje de la materia. “De las lecciones aprendidas en la implementación de otros proyectos el BID, busca a través de esta intervención la aplicación de tutores cognitivos, con entrenamiento y total soporte, para los colegios en toda Latinoamérica, se mejore el

aprendizaje de las matemáticas a nivel secundario, ya que esta materia ha sido el área más débil de la currícula en la región” (IADB, 2010:2).

El objetivo general de este proyecto es mejorar la calidad de la educación secundaria en matemáticas en la región a través de la aplicación de la tecnología de mejora de las actividades de aprendizaje. Específicamente, proporciona nuevos mecanismos para mejorar la eficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el corto plazo, produciendo una vía de aprendizaje sostenido a los estudiantes interesados en seguir las disciplinas científicas a nivel universitario en el mediano plazo y, a largo plazo, una mejor la colocación de la región para competir en un mundo cada vez más globalizado.

Los componentes de esta intervención son tres:

- Introducción a la Tecnología para mejorar el aprendizaje (TEL, Technology Enhanced Learning) oportunidades en matemáticas.- Este componente se centra en el uso del Sistema Tutor Cognitivo, adecuado al currículo de cada país, para los alumnos de secundaria, particularmente el octavo grado en el Ecuador, además realiza la revisión y adecuación de los contenidos y la capacitación de los docentes y personal de apoyo.
- Creación de comunidades de aprendizaje locales y repositorio de tecnología mejorada materiales de aprendizaje para matemáticas.
- Evaluación y valoración.- Este componente evaluará las prácticas docentes y el rendimiento de los alumnos en matemáticas, para este último se incorporó un diseño cuasi-experimental.

El proyecto se basa en las lecciones aprendidas a lo largo de la última década y la experiencia concreta en las escuelas durante más de siete años. Además, cuenta con la formación del profesorado en tutoría cognitiva en el aula y fue soportado por las universidades participantes del mismo. En el caso del Ecuador el proyecto fue desarrollado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, la misma que proporcionó la información del proyecto, así como, los datos de las evaluaciones. El proyecto fue implementado en 6 escuelas urbano-marginales de la ciudad de Guayaquil (Tabla 1). El proyecto se basa en la implementación de un Tutor Cognitivo para la enseñanza de matemáticas a los alumnos de octavo grado.

Tabla 1. Escuelas Participantes

1. UEM. J. J. Castelló Zambrano
2. UE. Remigio Romero
3. UE. Alfredo Portaluppi
4. UE. Gral. Luis Molina Arroyo
5. UE. del Milenio Alfredo Vera Vera
6. UE. Bernardino Echeverría

Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

A nivel internacional se considera como un criterio válido para realizar evaluaciones en el ámbito educativo se debe realizar a través de un diseño experimental o cuasi-experimental, ya que se consideran estudios más rigurosos (Koedinger et al, 2010). El diseño cuasi-experimental no contiene una asignación aleatoria de los participantes en los grupos de tratamiento y control, y se aplica en situaciones en las que no es factible realizar la aleatorización, ya sea por limitaciones económicas, se aplica con mayor frecuencia en proyectos pilotos. Algunos investigadores señalan que la investigación cuasi-experimental "muestra causa y efecto tal como lo hace la investigación experimental, pero menos convincente porque los participantes involucrados no fueron seleccionados aleatoriamente, dejando así lugar a dudas en cuanto a si la muestra refleja correctamente la población" (Baker, 2006:50).

Con el propósito de encontrar evidencia del efecto sobre la enseñanza de este proyecto ejecutado en el Ecuador, el proyecto utilizó una metodología cuasi-experimental, para lo cual se preparó dos grupos de estudio clasificados como grupo de tratamiento y grupo de control. En el primer grupo se intervino con el Sistema de Tutor Cognitivo, mientras que en el segundo no se intervino. La muestra del estudio tiene su punto focal en las 6 escuelas participantes. En cada escuela se tomaron dos cursos de octavo de básica. Así mismo, con la finalidad de verificar los resultados se procedió a realizar dos evaluaciones, una ex-ante y una ex-post, para observar los avances en conocimientos en la clase de matemáticas. Se debe considerar que este es un proyecto piloto, por lo que los recursos económicos restringen la cantidad de escuelas que pueden participar en el proyecto y de esta manera determinan el alcance del proyecto.

Fuente de Datos

La población objetivo fueron los alumnos y alumnas del octavo grado de 6 escuelas urbano marginales de la ciudad de Guayaquil. La fuente de datos para la evaluación del proyecto de Tutoría Cognitiva para la educación secundaria en el Ecuador se obtuvo a través una prueba estándar realizada en dos tomas para 6 escuelas urbano-marginales consideradas en el proyecto. De cada escuela se tomó dos paralelos de octavo grado de educación básica uno para tratamiento y otro para control. El total de la muestra fue de 396 estudiantes (206 en el grupo de control y 190 en el grupo de tratamiento). Entre mayo y julio del 2010 se realizó la primera evaluación estandarizada de línea base en las 6 escuelas participantes en el proyecto. La evaluación se realizó a través de una prueba sobre 10 unidades de estudio con una puntuación de 1 o 0 dependiendo de si cada unidad había sido cubierta (comprendida) por los alumnos. Al final se totalizó estas variables para construir una variable que contenga el Puntaje Total obtenido por cada alumno. De la misma manera entre diciembre del 2010 y enero del 2011 se realizó la evaluación de seguimiento.

La base de datos proporcionada por la ESPOL, fue elaborada en el año 2011, y contiene 792 observaciones. Las variables contenidas en la base de datos se detallan a continuación en la tabla No. 2:

Tabla No. 2 Descripción de variables

Nombre	Descripción
Período	Evaluación (Pre=0; Post=1)
Codigo	Código de Curso Tratamiento
Nalum	Numero Asociado al Alumno
Grupo	Tratamiento o Control
CodEsc	Código de la Escuela
Nombre	Nombre del Alumno
Curso	Código de curso en escuela
Edad	Edad de Alumno
Nota	Nota Acumulada en pruebas
Sexo	Sexo de Alumno
CodCurso	Código de Curso General

Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

Estadística Descriptiva

En esta sección se realiza el análisis descriptivo de los datos obtenidos.

Tabla 3. Cantidad de estudiantes según el grupo y el periodo

Grupo	Periodo			
	Línea Base	Seguimiento	Total	
			Cantidad	Porcentaje
Control	206	206	412	52%
Tratamiento	190	190	380	48%
Total	396	396	792	100%

Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

En la tabla 3 se verifica que la cantidad de estudiantes en línea base se mantuvo en el seguimiento, se observa una distribución proporcional en el grupo de control y tratamiento.

Tabla 4. Número de estudiantes por escuela y por grupo de tratamiento

Escuela	Grupo		
	Control	Tratamiento	Total
1. UEM. J.J.Castelló Zambrano	19	19	38
2. UE. Remigio Romero	38	30	68
3.UE. Alfredo Portaluppi	38	36	74
4.UE.Gral. Luis Molina Arroyo	48	48	96
5.UE.del Milenio Alfredo Vera Vera	35	31	66
6. UE. Bernardino Echeverría	28	26	54
Total general	206	190	396

Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

Mayor número de estudiantes fueron parte del estudio en las unidades educativas Gral. Luis Molina Arroyo y Alfredo Portaluppi.

Tabla 5. Número de estudiantes por sexo y por grupo de tratamiento

Sexo	Grupo					
	Control		Tratamiento		Total	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Masculino	107	51,9%	108	56,8%	215	54,3%
Femenino	99	48,1%	82	43,2%	181	45,7%

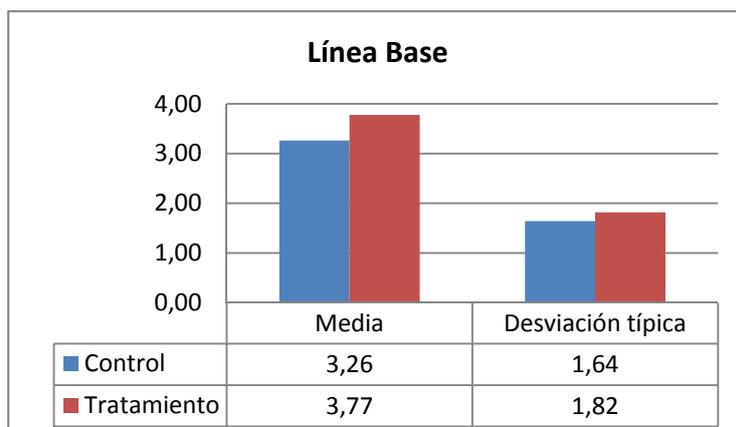
Total	206	100,0%	190	100,0%	396	100,0%
-------	-----	--------	-----	--------	-----	--------

Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

En el grupo de control existe una proporción similar de hombres y mujeres, mientras que el grupo de tratamiento existe mayor porcentaje de hombres (56,8%) que de mujeres (43%).

Gráfico 1. Promedio y desviación estándar de la nota en línea base por grupo

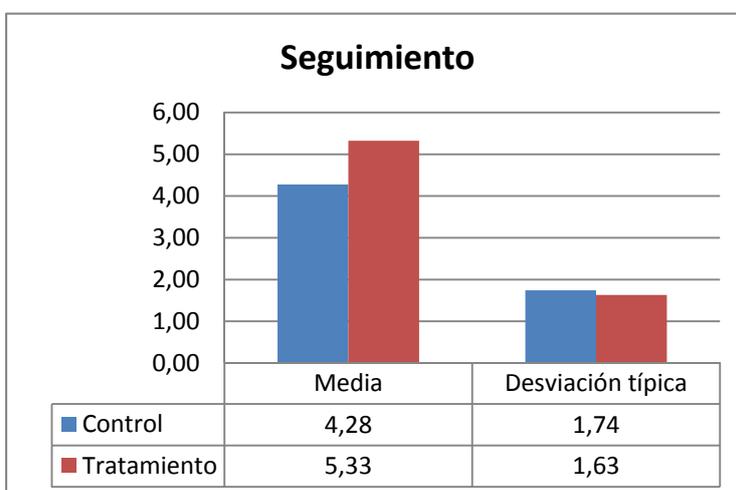


Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

En la línea base la nota promedio no presenta mayor diferencia entre el grupo de control y de tratamiento, la desviación estándar es mayor en el grupo de tratamiento que en el de control, lo que indica que existe mayor heterogeneidad en las notas de este grupo.

Gráfico 2. Promedio y desviación estándar de la nota en seguimiento por grupo



Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

En el seguimiento la nota promedio no presenta mayor diferencia entre el grupo de control y de tratamiento, la desviación estándar es mayor en el grupo de tratamiento que en el de control, lo que indica que existe mayor heterogeneidad en las notas de este grupo. La disminución de la desviación estándar en el grupo de tratamiento en el

periodo de seguimiento puede deberse a que el tutor cognitivo logra disminuir la brecha de conocimiento entre los estudiantes que forma el grupo de tratamiento.

Prueba de equilibrio (balanceo)

La prueba de equilibrio se obtiene sólo en la línea de base, con el fin de contrastar si existen diferencias en las notas del grupo de control y tratamiento en la línea base.

En el siguiente cuadro se evidencia que la diferencia en la nota promedio entre el grupo de control y tratamiento en la línea base es estadísticamente significativa.

Tabla 7. Resultados del ttest en la línea base

Variable(s)	Medias			t	Pr(T > t)
	Control	Tratamiento	Diferencia		
Nota	3,262	3,774	0,512	2,94	0.0035***
1. UEM. J.J.Castelló Zambrano	0,092	0,1	0,008	0,26	0,7938
2. UE. Remigio Romero	0,184	0,158	-0,027	0,7	0,4849
3.UE. Alfredo Portaluppi	0,184	0,189	0,005	0,13	0,8987
4.UE.Gral. Luis Molina Arroyo	0,233	0,253	0,02	0,45	0,65
5.UE.del Milenio Alfredo Vera Vera	0,17	0,163	-0,007	0,18	0,8576
6. UE. Bernardino Echeverría	0,136	0,137	0,001	0,03	0,9788

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

Elaborado: Autor

Fuente: Proyecto Tutor Cognitivo

Modelo econométrico

En un diseño cuasi-experimental no se puede asegurar que la variable de impacto, en este caso la nota de los alumnos, antes de la intervención sea igual para los grupos de tratamiento y control. Por esta situación, tomando en cuenta que este proyecto consideró la evaluación de impacto con un diseño cuasi experimental, se debe trabajar con el estimador de diferencias en diferencias “el cual considera la diferencia en la variable de impacto entre beneficiarios y controles en la situación post programa (t_1) y en la situación pre programa (t_0)” (Aedo, 2005, 17).

Para medir el impacto de la implementación del proyecto se propuso utilizar el siguiente modelo básico:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_i + \beta_2 \cdot T_i + \beta_3 \cdot P_i \cdot T_i + e_i,$$

donde Y_i es la variable dependiente que representa las notas totales obtenidas por cada estudiante i en las pruebas estandarizadas de matemáticas. La variable dicotómica P se corresponde con el período del estudio (0 = línea base, 1 = seguimiento). T es una variable dicotómica toma el valor 1 si el estudiante i forma parte del grupo de tratamiento y 0 si el estudiante forma parte del grupo de control. e_i representa el error con media cero independiente e idénticamente distribuido (Villa, 2012).

La interpretación de los coeficientes estimados se describe a continuación:

- $\hat{\beta}_0$: es la media de resultados en la línea base para el grupo de control.
- $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1$: es la media de resultados en seguimiento para el grupo de control.
- $\hat{\beta}_2$: es la diferencia entre el grupo de control y el de tratamiento en la línea base.
- $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_2$: es la media de resultados en la línea base para el grupo de tratamiento.
- $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 + \hat{\beta}_3$: es la media de resultados en seguimiento para el grupo de tratamiento.
- $\hat{\beta}_3$: Es el impacto, basado en los resultados de las pruebas estandarizadas de matemáticas de los alumnos dentro del proyecto beneficiados con el uso del Tutor Cognitivo.

Para medir el impacto de la implementación del proyecto con covariantes se propone utilizar el siguiente modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_i + \beta_2 \cdot T_i + \beta_3 \cdot P_i \cdot T_i + \beta_k \cdot X_{k,i} + e_i,$$

Donde $X_{k,i}$ es la k -ésima covariable que se introduce en el modelo y β_k su correspondiente coeficiente.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos en las corridas de los modelos especificados a continuación.

Modelo 1

El modelo número uno tiene en cuenta únicamente el período y el grupo, en este caso se evidencia que los coeficientes son estadísticamente significativos; se encuentra que existe un impacto del 0,54 con error estándar de 0,24.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_i + \beta_2 \cdot T_i + e_i$$

Tabla 8. Resultados modelo 1

Número de Observaciones: 792

	Línea Base	Seguimiento	Total
Control:	206	206	412
Tratamiento:	190	190	380
Total	396	396	

R-square: 0.16517

Variable	Línea Base			Seguimiento			Diferencias en Diferencias
	Control	Tratamiento	Diferencias	Control	Tratamiento	Diferencias	
Nota	3.262	3.774	0.512	4.277	5.326	1.05	0.538
Std. Error	0.119	0.124	0.172	0.119	0.124	0.172	0.243
t	27.39	7.39	2.98	11.78	9.13	3.64	2.21
P>t	0	0	0.003***	0	0	0.000***	0.027**

* Medias y Errores Estándar son estimados por regresión lineal

Inferencia: * p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

Elaborado: Autor

Modelo 2

En el modelo se consideran como covariables la escuela a la que pertenece el estudiante, que en este caso son variables dicotómicas:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_i + \beta_2 \cdot T_i + \beta_k \cdot X_k + e_i \quad \text{Con } k=1, \dots, 6$$

Los coeficientes de las covariables de las escuelas 1 y 2 no son significativos; sin embargo, el ajuste de este modelo es mejor que el del modelo 2. En este caso el impacto en la nota promedio es de 0,53.

Tabla 9. Resultados modelo 2

Número de Observaciones: 792			
	Línea Base	Seguimiento	Total
Control:	206	206	412
Tratamiento:	190	190	380
Total	396	396	

R-square: 0.31379

Covariables y Coeficientes:

Variable	Coef.	Std. Err.	t	P>t
Esc1	0	0	.	.
Esc2	-0.016	0.223	-0.07	0.944
Esc3	-0.433	0.219	-1.972	0.049
Esc4	-0.728	0.211	-3.453	0.001
Esc5	0.978	0.224	4.367	0
Esc6	1.21	0.233	5.197	0

Variable	Línea Base			Seguimiento			Diferencias en Diferencias
	Control	Tratamiento	Diferencia	Control	Tratamiento	Diferencia	
Nota	3.184	3.717	0.533	4.198	5.269	1.071	0.538
Std.Error	0.202	0.203	0.156	0.202	0.203	0.156	0.221
t	15.78	5.81	3.41	8.21	7.38	3.97	2.43
P>t	0	0	0.001***	0	0	0.000***	0.015**

* Medias y Errores Estándar son estimados por regresión lineal

Inferencia: * p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

Elaborado: Autor

Modelo 3

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_i + \beta_2 \cdot T_i + \beta_k \cdot X + \text{sexo} + \text{edad} + e_i \quad \text{Con } k=1, \dots, 6$$

En el modelo 3 se han incorporado las covariables de sexo y edad, cuyos coeficientes no resultan ser significativos. El coeficiente del impacto es muy similar a los de los modelos anteriores.

Tabla 10. Resultados modelo 3

Número de Observaciones: 792

	Línea Base	Seguimiento	Total
Control:	206	206	412
Tratamiento:	190	190	380
Total	396	396	

R-square: 0.31611

Covariables y Coeficientes:

Variable	Coeff. Std.	Err.	t	P>t
Esc3	-0.479	0.17	-2.815	0.005
Esc4	-0.766	0.158	-4.858	0
Esc5	0.964	0.174	5.55	0
Esc6	1.221	0.193	6.316	0
Sexo	-0.01	0.12	-0.086	0.931
Edad	0.106	0.066	1.608	0.108

Estimaciones de Diferencias en Diferencias

Variable	Línea Base			Seguimiento			Diferencias en Diferencias
	Control	Tratamiento	Diferencia	Control	Tratamiento	Diferencia	
Nota	1.964	2.462	0.498	2.979	4.015	1.036	0.538
Std. Error	0.778	0.798	0.158	0.778	0.798	0.158	0.221
t	2.53	2.59	3.16	3.27	4.15	3.91	2.44
P>t	0.012	0.002	0.002***	0	0	0.000***	0.015**

* Medias y Errores Estándar son estimados por regresión lineal

Inferencia: * p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

Elaborado: Autor

Modelo 4

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_i + \beta_2 \cdot T_i + \beta_k \cdot X + e_i \quad \text{con } k=3,4,5,6$$

Este modelo es el que mejor se ajusta y contiene las variables significativas, es decir, no se considera las variables dummy de las escuelas 1 y 2. Con un nivel de confianza del 99% se puede afirmar que el impacto sobre la nota promedio por el uso de Tutor Cognitivo es de 0,54.

Tabla 11. Resultados modelo 4

Número de Observaciones: 792

	Línea Base	Seguimiento	Total
Control:	206	206	412
Tratamiento:	190	190	380
Total	396	396	

R-square: 0.32021

Covariables y Coeficientes:

Variable(s)	Coeff.	Error Std.	t	P>t
Esc3	-0.479	0.167	-2.87	0.004
Esc4	-0.851	0.162	-5.259	0
Esc5	0.958	0.172	5.575	0
Esc6	1.232	0.183	6.735	0
Nlista	0.014	0.005	2.72	0.007

Estimaciones de Diferencias en Diferencias

Variable	Línea Base			Seguimiento			Diferencias en Diferencias
	Control	Tratamiento	Diferencia	Control	Tratamiento	Diferencia	
Nota	2.956	3.51	0.553	3.971	5.062	1.091	0.538
Std. Error	0.161	0.162	0.156	0.161	0.162	0.156	0.22
t	18.31	6.37	3.55	9.24	7.84	4.01	2.44
P>t	0	0	0.000***	0	0	0.000***	0.015**

* Medias y Errores Estándar son estimados por regresión lineal

Inferencia: * p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

Elaborado: Autor

Tamaño del efecto

Como se pudo observar en la sección anterior, el método de Diferencias en Diferencias arroja un resultado positivo, sin embargo, es necesario realizar un cálculo complementario con relación al Tamaño del Efecto, que en concreto nos puede indicar cuánto de la variable dependiente se puede controlar, predecir o explicar por la variable independiente (Snyder y Lawson, 1993, en Morales 2012).

Para calcular este efecto se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$d = \frac{X_{\text{posttest trat}} - X_{\text{posttest control}}}{\sigma_{\text{posttest control}}}$$

Donde d es el tamaño de efecto de acuerdo a Cohen, $X_{\text{posttest trat}}$ se refiere a la media de las notas del grupo de tratamiento en la prueba de seguimiento, $X_{\text{posttest control}}$ es la media de las notas del grupo de control en la prueba de seguimiento y $\sigma_{\text{posttest control}}$ es la desviación para el grupo de control en la prueba de seguimiento.

El tamaño del efecto nos permite señalar si efecto del objeto de estudio ha sido bajo, moderado o alto. De acuerdo a varios autores, dentro de las investigaciones en el ámbito educativo, existe un rango específico, de acuerdo a:

“Cuando se trata de resultados de rendimiento escolar o de investigación educacional suele considerarse un valor de .50, e incluso valores bastante menores (en torno a .30), como de significación práctica (importante). Una razón aducida es que en educación suelen encontrarse tamaños del efecto menores que en otras disciplinas (por ejemplo al investigar sobre innovaciones metodológicas) por lo que valores en torno a .30 se juzgan ya relevantes (Valentine y Cooper, 2003; Borg, Gall, y Gall, 1993). Para estos autores (Borg, Gall, y Gall, 1993) en investigación educacional un tamaño del efecto de .33 es ya de relevancia práctica incluso cuando la diferencia no sea estadísticamente significativa (autores citados por Cannon, 2000). Hattie (2009) en su síntesis de casi 500.000 intervenciones educacionales encuentra un tamaño del efecto medio de $d = .40$ y estima que tamaños del efecto superiores a .60 deben considerarse grandes” (Morales, 2012:14).

En esta investigación se ha determinado un tamaño del efecto d es de 0,63, lo cual indica que el proyecto de sistemas de tutoría cognitiva para educación secundaria en Ecuador, tiene un efecto alto.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Este trabajo presenta los resultados de la evaluación de impacto del proyecto Sistema de Tutoría Cognitiva para Educación Secundaria en Ecuador. De acuerdo a método aplicado la intervención generó un impacto de 0,54 puntos en las notas de matemáticas para los alumnos de octavo grados, con tamaño de efecto de 0,63 desviaciones estándar, por lo tanto podemos afirmar que existe un impacto positivo alto al usar el tutor cognitivo.

Si bien muchos organismos internacionales e investigadores destacan el potencial de las Tecnologías de Información y Comunicación, para favorecer la mejora de la calidad de la educación, los estudios empíricos presentan resultados dispares, en cuanto a la efectividad de su uso en el aula, lo cual no permite concluir de manera definitiva que las TIC sean una solución total, sino más bien, una herramienta para lograr las dimensiones de la calidad educativa: relevancia, pertinencia, universalidad, equidad, eficacia y eficiencia.

La educación tiene una vital importancia, ya sea vista desde la teoría del Capital Humano o analizada desde el Enfoque de Capacidades, y tiene su efecto tanto en el ser humano como individuo, así como en la sociedad en su conjunto, lo cual merece ponderar esta actividad y brindarle los mejores recursos, incluidos entre ellos una evaluación permanente que permita ver objetivamente la evolución educativa y su impacto a nivel local, nacional, regional y global.

Recomendaciones

Dados los resultados positivos de la evaluación de impacto, se recomienda que el proyecto Sistema de Tutoría Cognitiva para Educación Secundaria en Ecuador, extienda su implementación. De la misma manera se recomienda que en futuras intervenciones contemplen la implementación de Diseños Experimentales para la evaluación de impacto. La evaluación de proyectos en educación, es conveniente realizarla a través de diseños experimentales, porque tiene una metodología más robusta, sin embargo en casos donde la existe una restricción presupuestaria, es conveniente en función del costo beneficio usar diseños cuasi-experimentales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aedo, Cristián. 2005. Evaluación del Impacto. Series Manuales, División de Desarrollo Económico, CEPAL.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, Constitución de la República del Ecuador. 2008.
- Aktaruzzaman, Md. y Khushi Muhammad. 2011. A Comparison of Traditional Method and Computer Aided Instruction on Students Achievement in Educational Research. Academic Research International Volume 1, Issue 3, November 2011. ISSN: 2223-9553. Disponible en: <http://www.savap.org.pk/journals/ARInt./Vol.1%283%29/2011%281.3-26%29.pdf>.
- Barker, Bradley S y Ansorge, John. 2007. Robotics as Means to Increase Achievement Scores in an Informal Learning Environment. Journal of Research on Technology in Education; Spring 2007; 39, 3; ProQuest Central. Disponible en: <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/content/educators/research/files/Robotics As Means To Increase Achievement Score.pdf>
- Baker, James. 2005. The Impact of Computer Enhanced Learning Environments on Student Achievement in Remedial Algebra: A Comparison of Teaching Models. Capella University. Disponible en: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1123809>. ISBN:0-542-29323-4.
- Baker, Ryan, Jiménez, Maynor, Ogan, Amy, Salas, Erik. 2011. Tutor Cognitivo y el incremento de aprendizaje. CIAEM. Brasil. Disponible en: www.columbia.edu/~rsb2162/CIAEM.pdf.
- Banerjee, Abhijit V.; Cole, Shawn; Duflo, Esther y Linden, Leigh. 2005. Remedying Education: Evidence From Two Randomized Experiments In India. Disponible en <http://economics.mit.edu/files/804>.
- Bayrak Bekir; Kandil, Şebnem y Kanli, Uygur. 2007. To compare the Effects of Computer Based Learning and the Laboratory Based Learning on Students achievement regarding electric circuits. The Turkish Online Journal of

Educational Technology – TOJET January 2007 ISSN: 1303-6521 volume 6 Issue 1 Article 2.

- Bos, Soledad, Ganiman, Alejandro, Vegas, Emiliana. 2013. América Latina en PISA 2012 Brief #1: ¿Cómo le fue a la región?. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en <http://www.iadb.org/es/temas/educacion/resultados-pisa-2012-en-america-latina,9080.html>.
- Boschi, Carlos Luis. 2012. Implementación del modelo sistémico tutorial (MST) y materiales educativos computarizados (MECs) al proceso de enseñanza aprendizaje en ámbito universitario de la FAUBA. Argentina. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21838/Documento_completo.pdf?sequence=1.
- Castillo, Sandra. 2008. Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. En: Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa.
- Carrillo, Paul, Onofa, Mercedes, Ponce, Juan. 2010. Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador. Universidad George Washington-FLACSO Ecuador.
- CEJUDO, Rafael. 2006. Desarrollo humano y capacidades. Aplicaciones de la teoría de las capacidades de Amartya Sen a la educación. revista española de pedagogía año LXIV, n.º 234, mayo-agosto 2006, 365-380. Disponible en: <http://www.pcrpuno.org/aulavirtualpip/modulo1/educacion%20y%20desarrollo%20humano.pdf>
- Chang, Mido y Kim Sunha. 2010. Computer Games for the Math Achievement of Diverse Students. Educational Technology & Society, 13 (3), 224–232. Estados Unidos. ISSN 1436-4522. Disponible en: http://www.ifets.info/journals/13_3/20.pdf.
- Chang, H.-C Huang, T.-H., y Liu, Y.-C. 2012. Learning Achievement in Solving Word-Based Mathematical Questions through a Computer-Assisted Learning System. Educational Technology & Society, 15 (1), 248–259. ISSN 1436-4522. Disponible en: http://ifets.info/journals/15_1/22.pdf.

- Cristia, Julian; Cueto, Santiago; Ibararán, Pablo; Santiago, Ana; Severin, Eugenio y Thompson, Jennelle. 2012. Tecnología y desarrollo en la niñez: Evidencia del programa Una Laptop por Niño. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37211503>.
- de Mattos, Carlos A., Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia. 1999. ESTUDOS AVANÇADOS 13 (36). Disponible en : <http://www.revistas.usp.br/eav/article/viewFile/9482/11051>.
- de Saint Pierre, Didier. 2010. La informática educativa en América Latina y el Caribe: luces y sombras. ORELAC-UNESCO.
- Duflo, Esther, Glennersterzand, Rachel, Kremerx, Michael. 2006. Using Randomization in Development Economics Research: A Toolkit.
- Gertler Paul J., Martínez Sebastián, Premand Patrick, Rawlings Laura B., Vermeersch Christel M. J. 2011. La evaluación de impacto en la práctica. Banco Mundial.
- Hanushek Eric, Wößmann Ludger. 2007. The Role of School Improvement in Economic Development. World Bank.
- Hernández, Lissette, Romero Jenny, Bracho Neida y Morales Mariher. 2012. TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales. UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/993/99322258008.pdf>
- Hernández Requena, Stefany. 2008. El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento. <http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/hernandez.pdf>.
- IADB, Inter-American Development Bank, 2010, Cognitive Tutoring Systems for Secondary Education in Latin America, BID.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa, INEVAL. 2014. Informe Nacional Pruebas Ser Estudiante 2013. Quito Ecuador. Disponible en <http://www.ineval.gob.ec/index.php/informe-nacionalserestudiante2013>.
- Jara, Ignacio Valdivia, 2007. Los desafíos de las políticas de TIC para escuelas, Rev. Pensamiento educativo, Vol. 40, nº 1. pp. 373-390. <http://pensamientoeducativo.uc.cl>

- Jurado, Romel. 2006. Diagnóstico de las políticas de TIC en el Ecuador. FLACSO. Quito, Ecuador.
- Ke, Fengfeng. 2008. Computer Games Application within Alternative Classroom Goal Structures: Cognitive, Metacognitive, and Affective Evaluation. *Educational Technology Research and Development*, Vol. 56, No. 5/6, Special Thematic Issue on Game-Based Learning (Dec., 2008), pp. 539-556. SpringerStable. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/25619945>.
- Kebritchi, Mansureh. 2008. Effects Of A Computer Game On Mathematics Achievement And Class Motivation: An Experimental Study. University of Central Florida. Orlando, Florida. Disponible en: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1467500>.
- Koedinger, Kenneth R. y McLaughlin Elizabeth A. 2010. A quasi-experimental evaluation of an on-line formative assessment and tutoring system. *J. Educational Computing Research*, Vol. 43(4) 489-51 Disponible en: <http://pact.cs.cmu.edu/pubs/Koedinger%2C%20McLaughlin%2C%20Heffernan%202010.pdf>
- Morales Vallejo, Pedro. 2012. El tamaño del efecto (effect size): análisis complementarios al contraste de medias. Disponible en: <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oDelEfecto.pdf>
- Morduchowicz, Alejandro, 2004, *Discusiones de Economía de la Educación*. Editorial Lozada, Buenos Aires, Argentina.
- Murillo, F.J. y Román, M. (2010). Retos en la evaluación de la calidad de la educación en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 53, pp. 97-120. Disponible en: <http://www.ceppe.cl/articulos-politicas-educativas/708-murillo-fj-y-roman-m-2010-retos-en-la-evaluacion-de-la-calidad-de-la-educacion-en-america-latina-revista-iberoamericana-de-educacion-53-pp-97-120>.
- OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico,. 2004. *Informe PISA 2003: Aprender para el mundo del mañana*.
- López de la Madrid, María Cristina. 2007. *Uso de las TIC en la educación superior de México. Un estudio de caso*. México.

- Rawlings, Laura B., Rubio Gloria M. 2003. Evaluación del impacto de los programas de transferencias condicionadas en efectivo. Cuadernos de desarrollo humano. Lecciones desde América Latina. Secretaría de Desarrollo Social. México DF. Disponible en: <http://www.renda.nepp.unicamp.br>.
- Schalk Quintanar, Ana Elena. 2010. El impacto de las TIC en la educación. UNESCO.
- Secretaría Nacional de Planificación del Ecuador. 2009. Plan Nacional de Desarrollo. SENPLADES.
- Sen, Amartya. 1977. ¿Igualdad de qué?, Ciclo Tanner de Conferencias sobre los Valores Humanos; Universidad de Stanford; 22 de mayo.
- Sen, Amartya. 1995. Nuevo examen de la desigualdad. Editorial Alianza. Madrid, España.
- Sen, Amartya. 1998. Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI, en Cuadernos de Economía, Universidad Nacional de Colombia, N° 29, 1998. (pp. 65-84).
- Sen, Amartya. 2000. Desarrollo como Libertad; Madrid: Editorial Planeta.
- Sen, Amartya. 2006. Desarrollo como libertad. Entrevista con Amartya Sen. Cuadernos del CENDES [en línea], 23 (septiembre-diciembre). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40306305>. ISSN 1012-2508.
- Severin, Eugenio. 2010. Tecnologías de La Información y La Comunicación (TICs) en Educación. Marco Conceptual e Indicadores. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación.
- Sunkel, Guillermo. 2006. Las TIC en la educación en América Latina. Una exploración de indicadores. CEPAL-Naciones Unidas.
- Schultz, Theodore, 1961. Investment in human capital. <http://www.jstor.org/stable/1818907>. Accessed: 21/03/2013 11:18
- Tedesco, Juan Carlos. 2003. Los pilares de la educación del futuro. En: Debates de educación (2003: Barcelona) [ponencia en línea]. Fundación Jaume Bofill; UOC. <http://www.uoc.edu/dt/20367/index.html>
- Tienken, Christopher H; Wilson, Michael J. 2007. The Impact of Computer Assisted Instruction on Seventh-Grade Students' Mathematics. Planning and

Changing; Fall 2007; 38, 3/4; ProQuest Central pg. 181. Disponible en: <http://www.questia.com/library/journal/1P3-1436137371/the-impact-of-computer-assisted-instruction-on-seventh-grade>.

- Unceta Satrústegui, Koldo. 2009. Desarrollo, subdesarrollo, maldesarrollo y postdesarrollo - Una mirada transdisciplinar sobre el debate y sus implicaciones, Carta Latinoamericana, CLAES, No 7, 2009. (pp. 1-34), <http://www.cartalatinoamericana.com>.
- UNESCO, 2007, Educación de calidad para todos: un asunto de derechos humanos. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.
- UNESCO, 2008. Situación Educativa de América Latina y el Caribe: garantizando la educación de calidad para todos.
- Vázquez, Antonio. 2007. Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. Investigaciones Regionales, núm. 11, 2007, pp. 183-210, Asociación Española de Ciencia Regional. España. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28901109>.
- Villa, Juan M. 2012. Simplifying the estimation of difference in differences treatment effects with Stata. Brooks World Poverty Institute, University of Manchester. Disponible en: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/43943/>.
- Zacharis, Nick. 2010. The Impact Of Learning Styles On Student Achievement In A Web-Based Versus An Equivalent Face-To-Face. College Student Journal; Sep 2010; 44, 3; ProQuest Central. Disponible en: <http://www.questia.com/library/journal/1G1-238474683/the-impact-of-learning-styles-on-student-achievement>.