

## **CAPÍTULO IV. INFORMÁTICA EDUCATIVA EN MÉXICO: CASOS PARADIGMÁTICOS.**

Como lo señalé en el primer capítulo, motivada por esta investigación y en el marco del XXV Simposio Internacional de Computación en la Educación, organizado por la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE), me di a la tarea de convocar a los pioneros de la Informática Educativa Mexicana para integrar una compilación con sus memorias y miradas de lo que ha sido la historia nacional en esta materia en los últimos veinticinco años...

Estoy segura que este texto y su contexto constituyen una muestra del importante patrimonio que nos han legado aquellos y aquellas sin quienes hoy careceríamos de memoria histórica y por tanto de 'rostro propio' y un rumbo en los márgenes de las fronteras del conocimiento asociado con las ahora denominadas tecnologías de información, comunicación y conocimiento (TICC) y su íntima relación con la educación; a través de la 'alquimia' entre el cómputo, la cibernética, la informática, la Inteligencia Artificial y muchas áreas afines con la pedagogía.

Cada artículo y cada entrevista están repletos de importantes pistas de las agencias y sus agentes, pero también de los principales objetos de estudio y de intervención, así como de los retos y problemas más comunes que para algunos aún enfrentamos. Cualquiera de estos 'hilos' constituye una beta hacia investigaciones y proyectos editoriales de gran envergadura, algunos de los cuáles ya han dado inicio<sup>325</sup>.

A partir de dicha obra se hace a continuación un análisis de algunos de los casos paradigmáticos que han dejado su huella en la comunidad nacional e internacional, a la luz de la matriz filosófica propuesta.

---

<sup>325</sup> Fragmentos del prólogo. Cfr. VICARIO (2009: p.6).

#### IV.1. LA ROBÓTICA PEDAGÓGICA DE RUIZ-VELASCO

Uno de los autores que más ha influido en el desarrollo de la IE en México es sin duda el Dr. Enrique Ruiz-Velasco Sánchez, quien por más de 22 años ha trabajado en uno de los campos más prometedores de la IE: la Robótica Pedagógica.

... La Robótica Pedagógica como disciplina surgida de la Inteligencia Artificialy aplicada en el campo de la educación, aspira revolucionar la forma de hacer investigación, de desarrollar y de trabajar con tecnología de punta de bajo costo con todo tipo de usuarios desde edades muy tempranas. Se busca innovar la forma en que se inicia a los niños a nivel mundial en el estudio de las ciencias en general y de la tecnología en particular. Al integrar distintas áreas del conocimiento e interactuar de manera constante en un entorno rico de aprendizaje, la enseñanza-aprendizaje se contextualiza, se vuelve significativa, flexible, sistemática, sistémica lúdica, holística y transformadora para sus usuarios quienes tienen como objetivo final el recorrido de diversas trayectorias cognoscitivas sobre múltiples conceptos y conocimientos necesarios para su formación y formalización en ciencias y tecnología. Lo anterior lo logran teniendo como pretexto la concepción, el diseño, el desarrollo y el control de un robot pedagógico.

Se propone un modelo de enseñanza soportado por un conjunto de experiencias científicas en un entorno activo en donde la computadora y ahora el teléfono celular, juegan un rol fundamental. Este modelo, vuelve factible la generalización y sistematización del uso de la Robótica Pedagógica para iniciar a los estudiantes desde edades muy tempranas en el estudio formal de las ciencias en general y de la tecnología en particular, coadyuvando de esta manera a la creación de una cultura tecnológica robusta en nuestro país<sup>326</sup>.

De acuerdo con este especialista, la Robótica Pedagógica se remonta al año de 1975 cuando por vez primera se utiliza con fines pedagógicos la Robótica para el desarrollo de un sistema de control automatizado de administración de experiencias en el laboratorio en el campo de a Psicología. De entonces a la fecha, la Robótica Pedagógica ha explorado múltiples fórmulas

---

<sup>326</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.247).

para proveer al estudiante entornos de aprendizaje basados en la experimentación y exploración.

Por más de dos décadas el Dr. Ruiz-Velasco ha sido uno de los principales investigadores de este campo en el país, proponiendo una gran variedad de prototipos y de situaciones didácticas asociadas en el marco de una pedagogía de corte netamente constructorista.

Inspirado en gigantes como Piaget, Gagné, Vivet y el propio Papert, este autor ha dejado una importante huella en el legado nacional de la IE llevándonos de la Robótica Pedagógica clásica hasta lo que ahora denomina *educatrónica*<sup>327</sup>.

Como veremos a continuación, en su papel de informático educativo, el Dr. Ruiz-Velasco encarna de manera ejemplar los siete compromisos de la IE.

## **1. El compromiso universal**

*“Para la Informática Educativa primero están el universo, la humanidad y el ser humano”.*

Si bien no lo encontramos explicitado de manera extensa en el artículo analizado, los que conocemos a este importante autor, sabemos de su compromiso personal con el medio ambiente, las tecnologías del Yo y el bien común. Por ello es común verle en distintos lugares luchando por hacer conciencia del papel de las TICC en la educación. A él le debemos el lema que caracteriza a la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación: *“Por la incorporación racional de la tecnología en la educación”*.

---

<sup>327</sup> Cfr. RUIZ-VELASCO (2007).

Notemos como parte de éstos elementos se encuentran en su discurso cuando nos señala:

Dado el carácter polivalente y multidisciplinario de la Robótica Pedagógica, ésta puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías. Estos proyectos se pueden relacionar con distintas disciplinas tanto del área de las ciencias duras como sociales o combinaciones de ambas. Por ejemplo: biotecnología, química, física, biología, informática, Robótica, matemáticas, geometría, ciencias de la tierra, geografía, historia, ciencias y técnicas de la medición, instrumentación, ingeniería, adquisición de datos, geofísica, neurociencias, electricidad, electrónica, lenguajes, geología, medicina, economía, administración, etcétera. Esto dado que existen una gran variedad de proyectos que pueden realizarse a partir de materiales de reciclaje y recuperación en un entorno ad hoc como resulta ser el laboratorio de Robótica Pedagógica.<sup>328</sup>

## **2. Compromiso o paradigma civilizatorio.**

*“La Informática Educativa contribuye en la edificación de la civilización del conocimiento a partir de tres elementos civilizatorios: el conocimiento, las TICC y el modelo de red; con el fin de asegurar el devenir de la humanidad”.*

La Robótica Pedagógica que nos propone el Dr. Ruiz-Velasco se encuentra por completo inserta en este paradigma que aquí se propone ya que considera los tres elementos civilizatorios por ser una propuesta que le apuesta al trabajo colaborativo y a la construcción del conocimiento, a partir del trabajo con la tecnología como podemos apreciar en los siguientes párrafos:

Sobre el modelo de red

La Robótica Pedagógica como un entorno de aprendizaje cooperativo y colaborativo

---

<sup>328</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.253).

En el laboratorio de Robótica Pedagógica se privilegia un proceso de aprendizaje colaborativo en donde los estudiantes colaboran para los aprendizajes del grupo, y de la misma manera, el grupo colabora para los aprendizajes de los estudiantes.

En el aprendizaje cooperativo se trabaja en equipo y cada equipo contribuye a la obra colectiva.<sup>329</sup>

## Sobre las TICC

Los estudiantes aprenderán a armar equipos Lego, Fischertechnik, Robotix, Construx, Hero, Omnibot, Meccanos, etcétera; o a construir sus propios robots pedagógicos con materiales reciclables y de recuperación (Madera, acrílico, aluminio, fierro, cartón, etcétera). Se dividirá el diseño, armado y/o construcción de los micro-robots pedagógicos en cuatro fases o etapas pedagógicas: la fase mecánica, la fase eléctrica, la fase electrónica y la fase informática.

En cada una de estas fases, los estudiantes comprenderán y dominarán las características tecnológicas que comprenden la estructura de un robot pedagógico. Reflexiones de orden didáctico sobre la Robótica Pedagógica<sup>330</sup>

## Respecto al conocimiento

Algunas de las problemáticas que dan cuerpo a las consideraciones de orden didáctico para el estudio de la Robótica Pedagógica son: la necesidad de proveer de herramientas susceptibles de favorecer el pasaje de lo concreto hacia lo abstracto; de controlar varias variables simultáneamente en el estudio de diversos fenómenos; de dotar a los estudiantes de bases científico y tecnológicas que les permitan avanzar junto con la ciencia y la tecnología; de crear entornos ad-hoc que privilegien la inducción sobre la deducción y de integrar distintas disciplinas para la consecución de un proyecto. Antes no hubiera sido factible imaginar la posibilidad de estudiar de manera conjunta estos tópicos, no obstante, a través de la Robótica Pedagógica como disciplina, los estudiantes estarán confrontados ante situaciones didácticas que les permitirán adquirir estrategias cognitivas para la resolución de problemas, la ejecución y exploración de experiencias reales. La experiencia misma, así como el proceso cognitivo de los estudiantes estarán controlados por las propias situaciones didácticas preparadas ex profeso y evidentemente, por la computadora. Aquí la computadora juega un rol esencial, puesto que va a

---

<sup>329</sup> *Idem* (p.265).

<sup>330</sup> *Idem* (p.255).

permitir la conexión del fenómeno con una representación más abstracta de éste, mediante la gráfica y su representación simbólica<sup>331</sup>.

### **3. Compromiso o paradigma pedagógico.**

*“La Informática Educativa privilegia los fines educativos como sus ejes rectores y medios para consolidar el cambio y la transformación”.*

Este caso de éxito explicita incluso las pedagogías en las que se inspira, destacando en todo momento el paradigma constructivista.

...intentaremos mostrar una pedagogía inspirada principalmente en las teorías Piagetiana y Papertiana con enfoque Broussonian, que nos permita incidir sobre un medio ambiente concreto para facilitar el proceso natural de adquisición y construcción de conocimientos de ciencia y tecnología por parte de los estudiantes jóvenes<sup>332</sup>.

### **4. Compromiso o Paradigma Informático.**

*“Para la Informática educativa todo fenómeno, acto o hecho puede ser abstraído y explicado en términos de materia, energía e información-conocimiento”.*

No puede estar mejor ejemplificado el enfoque informático en el trabajo que nos presenta Ruiz-Velasco, cuando señala que su modelo se basa también en el modelo Gagnetiano<sup>333</sup> el cual nuestro autor enriquece para privilegiar las actividades educativas de tipo heurístico sobre las algorítmicas:

---

<sup>331</sup> *Idem* (pp.255 y 256).

<sup>332</sup> *Idem* (p.248).

<sup>333</sup> De acuerdo con Ruiz-Velasco el modelo de Gagné está sustentado en la teoría de la información, aunque no considera elementos provenientes de la intuición.

En lugar de permitir a los estudiantes seguir la organización secuencial de las actividades propuestas por el profesor, vamos a proponer un entorno educativo heurístico, que permita a los estudiantes que ellos mismos creen, organicen, ejecuten y controlen sus propias experiencias. En este entorno activo, se permitirá la experimentación directa por parte de los estudiantes, favoreciendo un proceso de resolución de problemas de manera heurística.

Por otra parte, en su modelo de aprendizaje inspirado de las teorías de la información, Gagné (1984) nos propone un método concreto para “programar” la máquina humana en términos de eventos de enseñanza. Su método de programación es síncrono, los eventos de enseñanza se suceden para formar un bucle completo. Cada uno de estos eventos actuaría sobre un proceso mental interno e hipotético operando como una computadora, con funciones de entrada (procesos y registros sensoriales), funciones de tratamiento utilizando registros internos (memoria de trabajo), y funciones de memorización (memoria permanente o a largo plazo). Esta separación que puede ser artificial, es muy cómoda para operacionalizar investigaciones en enseñanza.

El modelo de Gagné se aplica bastante bien en la enseñanza de habilidades motrices, informaciones verbales, actitudes y habilidades intelectuales. Sin embargo, este modelo nos parece insuficiente para la enseñanza de estrategias cognitivas, puesto que se aplica de igual manera a las estrategias o a las habilidades intelectuales. Un modelo adecuado debería considerar el aspecto generador y creativo de estrategias cognitivas, aspecto que se concibe difícilmente programable. La máquina programable de Gagné, debería sustituirse por una máquina cognitiva que se auto programara y cuyo programa se constituyera de datos externos aprendidos, seleccionados y combinados por esta misma máquina, en lugar de ser programada previamente para identificar y buscar los datos externos, como lo propone Gagné para la enseñanza de las habilidades intelectuales. Al modelo de Gagné, inspirado por el funcionamiento de una máquina programable se le debería añadir, las posibilidades de la Inteligencia Artificial. Esta máquina no debe contentarse con reproducir resultados, a partir de los datos u operadores internos o externos. Ella debe además, seleccionar los datos pertinentes, inventar el operador, ejecutar la operación y verificar los datos. Es principalmente en la invención del operador que la estrategia cognitiva se distingue de una habilidad intelectual. Aquí se trata de una actividad de análisis y de programación que contiene una buena parte de creatividad.

Por otro lado, autores como Papert (1980), Davis (1967), Solomon (1986), Ruiz-Velasco (1995), piensan que la programación de computadoras a través de algún lenguaje de alto nivel, es la vía ideal para desarrollar este tipo de pensamiento creativo. De la misma manera que estos autores, creemos que la actividad de programación puede facilitar el desarrollo de estructuras o

estrategias cognitivas. Pero creemos que los niños deben programar, no sólo computadoras en diferentes lenguajes, sino también su medio ambiente concreto, utilizando el lenguaje de los conceptos vehiculados por las ciencias experimentales<sup>334</sup>.

## 5. Compromiso o paradigma construccionista.

*“En su relación con el conocimiento la Informática Educativa se orienta al construccionismo”.*

En la Robótica Pedagógica de Ruiz-Velasco la orientación concreta es construccionista, recuperando a Papert y atendiendo a todos los factores de esta corriente, entre los cuales el autor destaca su interés por los ambientes de aprendizaje innovadores.

La inducción y el descubrimiento guiado se aseguran en la medida en que se diseñan y experimentan un conjunto de situaciones didácticas construccionistas. Es a partir de estas definiciones, que se han realizado muchas investigaciones y trabajos que pretenden contribuir al desarrollo de un marco teórico y conceptual en educación para la Robótica Pedagógica, así como para la construcción de entornos de aprendizaje en distintos medios y niveles<sup>335</sup>.

...La Robótica Pedagógica tiene como antecedente, la pedagogía del lenguaje LOGO y de su entorno informático explorable, aunque virtual. Asimismo, le preceden los juguetes de construcción modulares que se podían pilotear y controlar. Así pues, la Robótica Pedagógica significa la síntesis, entre el mundo virtual de la tortuga del lenguaje LOGO y el mundo real de los dispositivos tecnológicos controlables y manipulables, esto es, el mundo de los robots didácticos. La Robótica Pedagógica asume un modo de aprendizaje piagetiano, constructivista y por descubrimiento guiado. Los objetivos pedagógicos generales perseguidos durante el desarrollo de las actividades de Robótica Pedagógica favorecen la emergencia de nuevas estrategias cognitivas. Los estudiantes organizan sus actividades de aprendizaje manipulando concretamente lo real; las informaciones que ellos reciben, deben ser significativas, privilegiando el constructivismo; los estudiantes son los artesanos de sus propias estructuras intelectuales<sup>336</sup>.

---

<sup>334</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp.248, 249 y 250). Vale la pena observar como en este último párrafo el autor nos convoca a ver a la Robótica Pedagógica más allá de la computadora.

<sup>335</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.252).

<sup>336</sup> *Idem* (pp.263 y 264).



...La Robótica Pedagógica privilegia estrategias de investigación-desarrollo para crear micro mundos (robots). Estos micro mundos tienen como principal objetivo el favorecer la aprehensión de lo real por el estudiante, manipulando dispositivos (robots) o planificando experiencias con la ayuda de estos robots. La actividad del robot es previamente planificada y determinada por el estudiante, a partir de los lineamientos proporcionados por el profesor<sup>337</sup>.

## 6. Compromiso o paradigma tecnológico.

*"Para la Informática Educativa la tecnología constituye una poderosa herramienta de transformación epistémica (cognitivo-científica) y social".*

Ruiz-Velasco rechaza el determinismo tecnológico y asume la Robótica Pedagógica como una cultura<sup>338</sup>. Por ello le preocupa y se ocupa la evolución de la propia Robótica Pedagógica desde lo que ha sido tradicionalmente hasta la Robótica Pedagógica móvil de nuestros días.

Esta última etapa, consiste en controlar y programar robots pedagógicos móviles. Les llamaremos móviles porque se controlan mediante un teléfono móvil o celular. De esta manera, un usuario podrá controlar un robot pedagógico de manera virtual, es decir, podrá controlarlo y programarlo haciendo uso de las ventajas que ofrece el teléfono celular. Esta es la razón por la cual le hemos llamado Robótica móvil o celular (virtual). Se puede aprender-enseñar a concebir, diseñar, desarrollar, programar y controlar un robot desde una posición fija a una posición remota. Por ejemplo, un estudiante de secundaria o primaria que se encuentre en el Distrito Federal, podrá eventualmente enseñarle a un estudiante que se encuentre en la Ciudad de Morelia a construir, programar y controlar su propio robot pedagógico vía el teléfono celular. Si se tiene la opción de utilizar la cámara web, el skype o el chat, esta práctica resultará más atractiva y motivante desde el punto de vista pedagógico.

La principal ventaja que se observa en esta innovación, es la posibilidad de programar y controlar los robots pedagógicos vía un teléfono celular. Es decir, sin necesidad de tener que contar con una computadora, ahora con una inversión de un teléfono celular desde \$200 pesos, se podrá

---

<sup>337</sup> *Idem* (pp.263 y 264).

<sup>338</sup> Cuando el autor nos refiere que la Robótica Pedagógica *"puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías"*. Cfr. VICARIO (2009: p.253).

controlar y programar el robot pedagógico construido como siempre con materiales de recuperación, reciclables y de desecho<sup>339</sup>.

## **7. Compromiso o paradigma transdisciplinar.**

*“Para su estudio e intervención, la Informática Educativa recurre a la Pedagogía y a la Informática en forma integradora, al tiempo que las trasciende en su búsqueda de soluciones y orientación hacia la construcción de conocimiento”.*

El modelo de Ruiz-Velasco se presenta de manera natural como una propuesta multireferencial que emana de las sinergias entre la Pedagogía y la Robótica en la Inteligencia Artificial; la cual en su praxis facilita el aprendizaje de la ciencia y la tecnología a partir de la formulación de situaciones de aprendizaje que involucran distintos artefactos tecnológicos y que en nuestros días aspira a resolver problemas de otros campos.

...La Robótica Pedagógica se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y comunicación entre otras. La Robótica Pedagógica integra diferentes áreas del conocimiento. Esa integración es facilitada por el mismo robot y se vuelve significativa la conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica de las acciones, utilizando robots pedagógicos. Se trata de crear las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes áreas del conocimiento<sup>340</sup>.

Estos proyectos pueden ser prototipos que permitan el estudio de diferentes áreas o disciplinas, tanto de las ciencias exactas como de las ciencias experimentales y las ciencias sociales o combinaciones de éstas. Lo anterior depende exclusivamente de nuestra capacidad de imaginación y de nuestras necesidades de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo podemos pensar en proyectos relacionados con áreas tales como: biotecnología, química, física, biología, informática, Robótica, matemáticas, geometría, ciencias de la tierra, ciencias y técnicas

---

<sup>339</sup> *Idem* (pp.274 y 275)

<sup>340</sup> *Idem* (p.252).

industriales, ciencias y técnicas de la medición, instrumentación, adquisición de datos, geofísica, neurociencias, electricidad, electrónica, lenguaje, geología, etcétera. ...Otros proyectos que se pueden desarrollar son: graficadores, robots antropomórficos, fábricas de producción flexible, robots que trabajen en forma paralela, robots controladores de hortalizas, casas de fantasmas, cucarachas, grúas, tractores, robots repartidores de cartas de juegos, robots jugadores de ajedrez, robots empacadores, laboratorio robotizado para impresión de invitaciones, laboratorio robotizado de física mecánica, laboratorio robotizado de neumática, laboratorio robotizado de cinemática, laboratorio robotizado de biología, laboratorio robotizado de neumática, etcétera.<sup>341</sup>

Tal como en el caso del Dr. Ruiz-Velasco, existen otros esfuerzos nacionales en el ámbito de la Robótica Pedagógica que enriquecen esta corriente dignos de destacarse, como el trabajo que ha venido realizando la profesora Ma. De Lourdes García Vázquez con el club de robótica del Colegio las Hayas desde el 2001<sup>342</sup> o el Club Robocup Dance de la profra. Leticia Cerda en el CCH Atzacapotzalco. No menos importantes son los logros de los propios estudiantes mexicanos en justas internacionales de Robótica como ha sido el caso de los jóvenes Luis Reyna y Hugo Martínez estudiantes del IPN, quienes en 2008 se coronaron bicampeones en Estados Unidos.

#### IV.2. LA RUTA DE DESCARTES DE JOSÉ LUIS ABREU

Por décadas, la enseñanza de las matemáticas ha sido uno de los grandes desafíos de la educación. En ese contexto la IE ha tenido mucho que aportar y es en este contexto en que surge otro caso ejemplar digno del *ethos* informático educativo aquí propuesto: el proyecto Descartes del Dr. José Luis Abreu<sup>343</sup>, especialista en el desarrollo de software educativo.

---

<sup>341</sup> *Idem* (pp.279 y 280).

<sup>342</sup> Cfr. <http://www.hayas.edu.mx/>.

<sup>343</sup> José Luis Abreu es doctorado en Matemáticas por el MIT. Ha sido profesor en la Facultad de Ciencias, miembro fundador del Centro de Investigación de Matemáticas (CIMAT) y Director del Instituto de investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS). Fue también Director Técnico del proyecto MALTED de la Comisión Europea y Director de Desarrollo Tecnológico en el ILCE.

El caso de Descartes es además un digno ejemplo de cómo nuestro *ethos* informático educativo, no es necesariamente una cuestión que el *informático educativo* habrá de planificar, procurar o incluso garantizar; sino que en ocasiones corresponde a una secuencia de circunstancias que se articulan a partir de la intencionalidad de los agentes sociales que intervienen, pero que al manifestarse en su conjunto no dejan duda de que se corresponden con el esperado *deber ser* por sus bondades, como veremos más adelante.

Tecnológicamente hablando Descartes es una herramienta con la que se desarrollan contenidos educativos interactivos de matemáticas y física. Principalmente utilizado en España y México. No obstante, como veremos en este análisis, Descartes también es en sí mismo un fenómeno: “el fenómeno de Descartes”, diría su autor.

El proyecto Descartes es un proyecto colaborativo del INSTITUTO DE TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN (ITE) cuyo principal objetivo es promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas integrando las TIC en el aula como herramienta didáctica. Surge en 1998 y durante los diez años transcurridos ha fomentado la innovación entre el profesorado buscando el cambio metodológico en y desde el aula. El desarrollo del nipp Descartes, ha permitido que el profesorado elabore recursos didácticos interactivos y, apoyándose en ellos, abordar planes de experimentación en los que se ha verificado que cuando el profesorado cuenta con el apoyo y formación adecuada adquiere una iniciativa que rompe la inercia organizativa, introduciendo cambios que causan impacto en la práctica docente y que se propagan al alumnado mejorando la actitud y el rendimiento, estimulando su aprendizaje y permitiendo una atención más personal y diversa<sup>344</sup>.

La idea inicial la toma su creador en el Instituto de investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS) en la década de los 80's del proyecto de María Garza quien haciendo su doctorado propuso al Dr. Abreu, entonces Director de éste Instituto, utilizar las computadoras personales para la enseñanza de las matemáticas y de la física.

---

<sup>344</sup> Cfr. GALO (2009: p.1).

Con María Garza y Alejandro López Ortiz, el Dr. Abreu desarrolló los programas MP (Movimiento de Partículas)<sup>345</sup> y GA (Geometría Analítica)<sup>346</sup>, los cuáles darían origen tiempo después a Calcula<sup>347</sup> y Cónica<sup>348</sup> respectivamente. Ambos desarrollados con Marta Oliveró.

A Calcula y Cónica le siguieron nuevos desarrollos como EPICUR<sup>349</sup> y con él Electra<sup>350</sup>, su primer programa de enseñanza de lenguas y temas no matemáticos. Desarrollos en los que ya colaboraba con Abreu Albert Fábrega, radicando en España.

Posteriormente este equipo produjo Diluz<sup>351</sup> y Carpeta 3<sup>352</sup>, así como Quadern<sup>353</sup> y Entornos Lingüísticos<sup>354</sup>.

Todos esos años creando software educativo en España permitieron que José Luis Abreu adquiriera una gran habilidad en temas cada vez más complejos en cuanto a programación se refiere, para, a partir de estos aprendizajes, enfrentar y resolver diversos retos educativos. Conocimientos de los que años más tarde nacería Descartes<sup>355</sup>.

---

<sup>345</sup> El programa MP simulaba el movimiento de una partícula en el espacio sujeta a diferentes fuerzas; el usuario podía modificar las fuerzas y ver cómo el cambio afectaba el movimiento.

<sup>346</sup> GA graficaba la curva que se genera a partir de una ecuación de segundo grado en dos variables, introducida por el usuario y permitía ver la evolución de la curva al modificar cualquiera de sus parámetros.

<sup>347</sup> Calcula se basó en MP pero con la idea de estudiar el cálculo y en especial las gráficas de funciones.

<sup>348</sup> Cónicas, un programa que hacía todo lo anterior descrito pero en forma un poco más estructurada: estudiaba las curvas cónicas al simular una ecuación y calcular todas sus posibilidades

<sup>349</sup> EPICUR, un conjunto de herramientas o librerías útiles para el desarrollo de programas educativos.

<sup>350</sup> Electra es un sistema de autor básico con el que se puede crear un juego educativo. La segunda versión de Electra fue posteriormente modificada por Francesc Busquets dando origen al programa de autor Clic, cuyo uso se popularizó en todo el mundo y cuyas aplicaciones han sido utilizadas en proyectos posteriores, como *Enciclomedia*.

<sup>351</sup> Programa de hipertexto con núcleos interactivos que simulaba los patrones de difracción de la luz al pasar por una rendija.

<sup>352</sup> Software educativo para niños con parálisis cerebral.

<sup>353</sup> Un editor de texto para niños.

<sup>354</sup> Sistema de autor para la creación de software educativo para niños sordos.

<sup>355</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.243).

Cinco años más tarde de Diluz, para 1997 ya en plena crisis económica del país, el Dr. Abreu decide regresar a España y logra que el Ministerio de Educación de ese país le solicite crear un software para la enseñanza de las matemáticas en secundaria vía WEB. Proyecto que se convertiría en Descartes.

## **1. El compromiso o paradigma universal**

*“Para la Informática Educativa primero están el universo, la humanidad y el ser humano”.*

No siempre será tan sencillo, como en el caso anterior de la Robótica Pedagógica de Ruiz-Velasco, identificar en un proyecto y su líder un compromiso con el paradigma universal de la IE. La mayoría de los proyectos carecen en esencia de un modelo de universo, de hombre y de sociedad por lo cual es insospechado el destino al que conducen tales proyectos.

Yo diría que Descartes aparenta no contar con tales referentes y ser sólo una propuesta tecnológica, pero a medida que nos adentramos al proyecto observaremos que Descartes, al ser una herramienta orientada a las Matemáticas mantiene en su arquitectura el compromiso mismo de la Matemática como área fundamentalista para con la realidad.

Así es, al concebir Descartes como una herramienta de autor el Dr. Abreu le otorga al propio docente, como creador de recursos educativos y situaciones didácticas, la responsabilidad de transmitir, a través del contenido educativo que diseñe, su compromiso personal con la Matemática.

...se desarrolló, y sigue mejorándose, una herramienta o núcleo interactivo para programas educativos (nippe) de nombre Descartes que ha permitido elaboración de materiales didácticos interactivos que son controlables por el profesorado en un tiempo razonable y son fáciles de usar

por el alumnado, cubren los contenidos del currículo de Secundaria y Bachillerato, son adaptables y admiten el uso de diferentes modelos y metodologías<sup>356</sup>.

Tal situación nos brinda una perspectiva interesante respecto a este paradigma universal en el hecho mismo de que tal compromiso puede adoptar la forma de los principios universales pre-existentes asociados a los paradigmas dos al siete para cada caso particular que se analice.

## **2. Compromiso o paradigma civilizatorio.**

*“La Informática Educativa contribuye en la edificación de la civilización del conocimiento a partir de tres elementos civilizatorios: el conocimiento, las TICC y el modelo de red; con el fin de asegurar el devenir de la humanidad”.*

Al nacer no sólo como una herramienta tecnológica sino como proyecto colaborativo Descartes considera en su estrategia un repositorio de recursos a través de la web que los hace disponibles de manera abierta, pero también incluyó estrategias de formación del profesorado, así como el desarrollo de planes de experimentación e innovación a partir de un modelo comunitario. Elementos que sostienen el compromiso civilizatorio del proyecto como se muestra a continuación:

### **Sobre el modelo de red**

...La difusión de esos recursos, y del proyecto en sí, se ha realizado mediante la página web del proyecto (<http://descartes.cnice.mec.es>) y por los cursos de formación a distancia del ITE. ...

...Fue el inicio de una intensa actividad en el desarrollo de planes de experimentación e innovación en la que la experiencia adquirida ha servido para la extensión a más comunidades autónomas y a más asignaturas en un proyecto más global, que mantiene igual acrónimo EDA, pero cuyo significado cambia a “Experimentación Didáctica en el Aula” entrelazando y uniendo a

---

<sup>356</sup> Cfr. GALO (2009: p.2).

diferentes proyectos del ISFTIC (Descartes, Malted y Newton) y conformando una red de de profesorado innovador denominada "hermanamientos escolares desde las aulas" (heda).<sup>357</sup>

## Sobre las TICC

Descartes tiene dos características que lo hacen un software muy útil en la enseñanza de las matemáticas: por un lado, permite crear y publicar en WEB una gran variedad de escenas gráficas interactivas y por otro, todas ellas incluyen su propio código y pueden ser adaptadas por los maestros a sus propias necesidades didácticas. Estas razones provocan una rápida expansión de esta herramienta entre los maestros de matemáticas.

En 2000 sale la segunda versión de Descartes, con mayor potencia y en la que se simplifica la programación. Huelga decir que hasta la fecha, es el software en el que probablemente más escenas de enseñanza de las matemáticas se han hecho en el mundo. Aunque hay grupos que se dedican a producir applets en muchos países, en España, Descartes cubre todos los temas de secundaria y bachillerato de matemáticas.<sup>358</sup>

## Respecto al conocimiento

... el salto cualitativo que potencia la búsqueda innovación educativa se produce en el año 2005 donde, por iniciativa del Proyecto Descartes, el entonces denominado Ministerio de Educación y Ciencia (MEC), junto a la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (CEJA), a través de su Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado, promovió la "Experimentación Descartes en Andalucía" o EDA. Ésta experimentación se centró en la detección de las necesidades para la implementación del aprendizaje de las Matemáticas, así como de sus efectos en ese aprendizaje, en un grupo numeroso de centros y en un periodo temporal y ámbito geográfico amplio, usando los recursos TIC de Descartes. Se verificó la hipótesis planteada de que cuando el profesorado cuenta con el apoyo y formación adecuada adquiere una iniciativa que rompe la inercia organizativa, introduciendo cambios que causan impacto en la práctica docente, cambios que se propagan al alumnado mejorando la actitud y el rendimiento, estimulando su aprendizaje y permitiendo una atención más personal y diversa ...<sup>359</sup>

---

<sup>357</sup> Cfr. GALO (2009: p.2).

<sup>358</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp.244 y 245).

<sup>359</sup> Cfr. GALO (2009: p.2).



### 3. Compromiso o paradigma pedagógico.

*“La Informática Educativa privilegia los fines educativos como sus ejes rectores y medios para consolidar el cambio y la transformación”.*

Al igual que sucede con el paradigma universal, el compromiso pedagógico de Descartes no comienza ni termina con el compromiso pedagógico de su autor, el cual podemos intuir ya que no nos ha sido suficientemente explicitado. Se extiende por tanto hacia el compromiso pedagógico de los otros autores-productores de recursos educativos. A cada profesor que en sus diseños didácticos impregna la pedagogía que le sostiene al usar Descartes. No obstante, para cada uno de ellos conviene ubicarse en la(s) pedagogía(s) asociadas a la disciplina en cuestión, en este caso principios pedagógicos para el aprendizaje de las matemáticas. El Dr. Abreu recibió una influencia importante del filósofo matemático Reuben Hersh.

En la actualidad, el uso de la computadora como herramienta en la enseñanza, es cada vez más común; sin embargo, no hace tantos años era sólo una utopía que unos pocos se atrevieron a soñar, como es el caso de José Luis Abreu.

Suya continúa siendo esa generosa vocación de transmitir el gusto por las matemáticas, y la física, por enseñarlas, uniendo piezas que podrían parecer separadas al estar fuera de la disciplina y de esa mirada particular. Creemos que bajo la luz de casi tres décadas, su legado habla por sí solo<sup>360</sup>.

### 4. Compromiso o Paradigma Informático.

*“Para la Informática educativa todo fenómeno, acto o hecho puede ser abstraído y explicado en términos de materia, energía e información-conocimiento”.*

---

<sup>360</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.246).

El enfoque informático es fácil de evidenciar cuando quien lo ejercita se ha acostumbrado a trabajar la realidad a partir de *patrones, modelos o estructuras*. Para los matemáticos este ejercicio es particularmente fácil ya que la representación de la realidad a partir de sus notaciones constituye, en forma natural, expresiones de una mirada informática. El desarrollo de Descartes es, por ende, una abstracción en esos mismos términos: estructuras, moldes y patrones para producir recursos educativos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.<sup>361</sup>

El nippe Descartes es un programa realizado en lenguaje Java que permite crear escenas interactivas, a modo de pizarras electrónicas las cuales se pueden insertar en páginas web. Cada una de estas escenas es un pequeño programa que se denomina applet. En Internet existen numerosos applets, algunos son interactivos, es decir que permiten al usuario modificar algún parámetro y observar el efecto que se produce en la pantalla, pero lo que caracteriza a Descartes es que, además, es configurable, es decir, que los usuarios y usuarias pueden "programarlo" para que aparezcan diferentes elementos y distintos tipos de interacción, y esa configuración se realiza también de manera interactiva. Inicialmente se creó con la principal finalidad de la generación de actividades relacionadas con la representación gráfica de funciones, pero a lo largo de su desarrollo, se han ido incorporado otras utilidades como herramientas geométricas, cálculo algorítmico, representación en tres dimensiones, gestión de variables alfanuméricas, cálculo matricial, sonido, etc. Es una herramienta que es capaz de producir una gran variedad de aplicaciones educativas como se puede observar en los diferentes apartados de la web Descartes, en particular en el de unidades didácticas, en las aplicaciones y en la miscelánea, que describimos posteriormente.

Desde que en julio de 1998 se inició el proyecto Descartes, el nippe ha ido progresivamente transformándose e incorporando nuevos objetos y nuevas funcionalidades. Hasta la fecha se han desarrollado cuatro versiones...<sup>362</sup>.

## 5. Compromiso o paradigma construccionista.

*"En su relación con el conocimiento la Informática Educativa se orienta al construccionismo".*

---

<sup>361</sup> De hecho no debemos olvidar que la Matemática es la *madre* de la propia Informática.

<sup>362</sup> Cfr. GALO (2009: p.10).

La experimentación, el uso propiamente de las TICC, las facilidades de sumergirse en entornos específicos, la colaboración y hasta el factor emocional, dado el carácter lúdico que le impriman los diseñadores del contenido, son inherentes a Descartes; por ello es un digno ejemplo para el paradigma construccionista.

Sí, Descartes motiva la necesidad de aprender, pues permite plantear simulaciones y modelar situaciones que introducen inquietud y deseo de conocer, y se puede motivar el aprendizaje haciendo fáciles aspectos usualmente tediosos y mostrando contextos que sólo la paciencia de un amanuense lograría, y que difícilmente podrían lograrse en contextos educativos tradicionales. Por ejemplo: ¿Hasta cuántas filas del triángulo de Pascal o de Tartaglia suelen ustedes reflejar en clase? ¿Han visto ustedes cuáles son los números de este triángulo que son congruentes módulo 2, o 3 o 4 o 5,...? En la escena “el color de los números” (ver figura 2) puede fácilmente interactuar, variar las condiciones, observará los cambios, podrá asombrarse de lo que verá, podrá sentir esa inquietud por conocer y aprender. Descartes aminora las dificultades y permite el acceso a un nuevo entorno educativo: ¿No es interesante y atractiva la regularidad fractal que parece presentar la congruencia en el triángulo de Pascal? ¿No les inquieta y están interesados en aprender lo que aporta este ejemplo?.

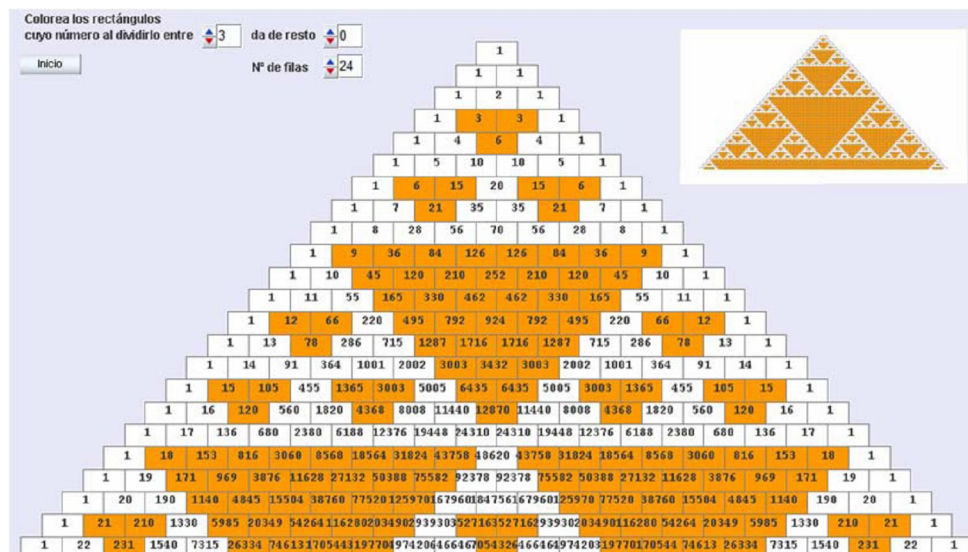


Figura 3. El color de los números en el triángulo de Pascal o de Tartaglia.

... Descartes motiva la necesidad de enseñar, de contar la experiencia adquirida al interactuar con las escenas. Y la combinación de medios y procedimientos puede potenciar la formación en competencias del alumnado, por ejemplo el uso de Descartes en una pizarra electrónica favorece la expresividad del alumnado, su interés por comunicar y transmitir lo aprendido, a la vez que esta acción mejora la calidad de su aprendizaje. Pero no necesariamente se requiere el uso de esa pizarra, basta e incluso es mejor compartir la interacción con el compañero o compañera para introducir la necesidad de debatir, de colaborar y obtener conclusiones y sentir la necesidad de su confrontación y difusión.

O, con Descartes, podemos introducir la necesidad de aprender investigando, de descubrir. Y es necesario incidir en esta idea porque estimamos que es la idea básica y fundamental en la comprensión de lo que podría ser una incorporación positiva de las TIC en el aula, una incorporación coordinada y aunada con un cambio metodológico.

Aporten los recursos adecuados a su alumnado y permitan que jueguen, se diviertan y motivenlos para que ellos mismos descubran propiedades, y con ese descubrimiento asienten su aprendizaje y vayan acostumbrándose a la necesidad de reflexionar, analizar y construir en y sobre el mundo en el que vivimos. Faciliten a sus alumnos, por ejemplo, la escena que permite la determinación de la posición relativa del ortocentro, de la que mostramos una imagen en la figura 4, y bien proporcionándoles la guía ahí indicada, o mejor sin ella, permitan que construyan Matemáticas<sup>363</sup>.

## **6. Compromiso o paradigma tecnológico.**

*“Para la Informática Educativa la tecnología constituye una poderosa herramienta de transformación epistémica (cognitivo-científica) y social”.*

Para que la tecnología se convierta en una herramienta de transformación ésta debe concebirse también como cultura y como un sistema tecnológico. Tal fue el caso de Descartes.

---

<sup>363</sup> Cfr. GALO (2009: pp.3-5).

...se consideró que había cinco acciones imprescindibles, inicialmente consecutivas, que constituyeron el núcleo del proyecto y que actualmente se desarrollan simultáneamente todas ellas:

- Elaborar una herramienta de desarrollo de programas o recursos educativos que fuera versátil y asequible para que el profesorado pudiera desarrollar sus recursos o modificar los existentes.
- Establecer un sistema de publicación, difusión y distribución de recursos universal.
- Facilitar que los usuarios y usuarias (alumnado y profesorado) dispusieran de un sistema de acceso, fácil de utilizar y barato.
- Organizar la formación del profesorado con cursos a distancia, utilizando la propia red.
- Fomentar la experimentación e innovación en el aula, permitiendo compartir experiencias y su difusión a la comunidad educativa.<sup>364</sup>.

## **7. Compromiso o paradigma transdisciplinar.**

*“Para su estudio e intervención, la Informática Educativa recurre a la Pedagogía y a la Informática en forma integradora, al tiempo que las trasciende en su búsqueda de soluciones y orientación hacia la construcción de conocimiento”.*

Las comunidades y el repositorio de Descartes, dan cuenta de la complejidad fenoménica de este proyecto dando lugar a un proyecto transhistórico y transnacional. Al tiempo de permitir una visión abierta y comprensión compartida de la enseñanza y aprendizaje de la Matemática, con respeto a la diversidad de alumnos y profesores.

Particularmente el fenómeno Descartes denota el binomio epistémico entre las formas de producción del conocimiento informático-educativo y las formas de organización de los saberes incluidas en la organización de las instituciones educativas que involucra.

...Con este proyecto se ha pretendido dotar al profesorado de Matemáticas de los materiales didácticos suficientes para que cualquiera que lo desee pueda aprovecharlos con la mayor facilidad posible para enseñar y aprender matemáticas, bien usando directamente los materiales

---

<sup>364</sup> Cfr. GALO (2009: pp.8 y 9).

didácticos desarrollados por otros, bien adaptando los materiales ya existentes a sus necesidades o bien desarrollando materiales originales. Los materiales se pueden generar en todas las lenguas del estado, ya que el nippe puede configurarse en cada una de ellas. El equipo de desarrollo, el grupo Descartes, es un equipo abierto donde todo el profesorado interesado puede participar; todos son profesores y profesoras de Matemáticas en activo, que pertenecen a la mayoría de las comunidades autónomas, gran parte reclutados entre los que obtuvieron los mejores resultados en los cursos de formación realizados.

La difusión de toda la información y toda la documentación producida en el proyecto a través de un Centro Servidor de Internet de acceso libre (cuya dirección es <http://descartes.cnice.mec.es>). También se atienden todas las dudas y preguntas que formulan desde muchísimas partes del mundo tanto responsables de política educativa como profesorado, alumnado o padres y madres. Los indicadores de accesos a la web indican que el proyecto es cada vez más utilizado, con una media mensual que supera el medio millón de visitas mensuales, eso aún cuando se puede descargar todo el contenido de toda la web para su trabajo en local y existiendo copias de nuestra web en servidores por ejemplo de los servicios educativos de educación de las comunidades autónomas con el objeto de poder aportar un servicio integrado en su intranet a través de servidores de contenidos de centros TIC.<sup>365</sup>

Descartes ilustra en gran medida diversos desafíos que han tenido que enfrentar los productores de software educativo nacional. Son innumerables los casos no sólo de fracaso sino de éxito al respecto, desde las peripecias del Libro electrónico y del Grupo Galileo hasta los proyectos de la Universidad de Colima y el polémico proyecto Enciclomedia. A mi juicio, cada una de estas historias y caminos apuntan en una sola dirección: tenemos vocación de productores de este tipo de recursos educativos y por tanto es urgente activar la industria nacional del software educativo, como una de nuestras ventajas competitivas.

---

<sup>365</sup> Cfr. GALO (2009: p.9).

#### IV.3. LOS SISTEMAS EVOLUTIVOS, AFECTIVOS Y CONSCIENTES DE GALINDO SORIA

Un tipo de recurso informático educativo menos popular que los contenidos educativos digitales y el software educativo en general, son los sistemas informáticos inteligentes basados en conocimiento. Es decir, aplicaciones de la Inteligencia Artificial con capacidades para la representación, adquisición y uso de conocimiento.

Un caso particular de éstos se describe en la obra: "Teoría y Práctica de los Sistemas Evolutivos"<sup>366</sup> que edita el Dr. Jesús Manuel Olivares Ceja. Este texto recoge los frutos del trabajo del investigador Fernando Galindo Soria y de sus principales discípulos sobre el tema.

Considero importante la aclaración respecto a la decisión de incluir este caso paradigmático en esta investigación, independientemente de que Galindo Soria no forma parte de la publicación sobre los 25 años de la Informática Educativa en México, pero ello se debe a que él no aceptó la invitación para ser entrevistado o enviar una contribución pues consideró que la Informática Educativa en México debe ser referida desde la década de los 60's o antes y no de los 80's. No obstante, Fernando Galindo representa toda una época y una tradición en cuanto al enfoque informático que aquí se promueve.

A juicio de muchos que lo conocemos, el profesor Fernando Galindo Soria<sup>367</sup> es uno de los maestros e investigadores más importantes en México en el campo de la Informática. Fue fundador de la Asociación Nacional de Instituciones y Escuelas de Informática (ANIEI) y ha sido asesor de política Informática para diferentes proyectos nacionales e internacionales. Fue profesor-investigador y jefe de la licenciatura en Ciencias de la Informática de la UPIICSA-IPN. Podemos considerarlo un filósofo de este campo que ha publicado trabajos relacionados con

---

<sup>366</sup> Cfr. OLIVARES (2009).

<sup>367</sup> Cfr. <http://fgalindosoria.com> (marzo 2010).

temas diferentes áreas de la Informática incluida la IE. De hecho, como apunté en el capítulo I, es al lado de Fernando Galindo Soria donde doy comienzo a esta investigación rumbo a la fundamentación de la informática educativa en 1996.

...Reconocemos a la Informática Educativa como una disciplina por derecho propio. Sin embargo, hasta el momento no conocemos ningún esfuerzo consistente que permita su fundamentación, conceptualización y consolidación...<sup>368</sup>

Como discípula de Fernando Galindo Soria, evocando mis años de licenciatura en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) del IPN, diré que los Sistemas Evolutivos constituyen una propuesta mexicana de arquitectura tecnológica para sistemas de Inteligencia Artificial con capacidad de adaptación a la realidad, aplicables a diferentes contextos de problema, gracias a sus motores de inferencia y construcción de conocimiento. Modelo tecnológico impulsado por el propio ‘*Doc*<sup>369</sup>’ Galindo a través de un grupo de investigación que después nos hicimos llamar la Red de Desarrollo Informático (REDI<sup>370</sup>).

---

<sup>368</sup> Proclama de Fernando Galindo Soria y Vicario, Marina durante la Conferencia Magistral: Rumbo a la Fundamentación de la Informática Educativa, en el XII Simposio Internacional de Computación en la Educación, Ciudad de México. Cfr. Memorias del Congreso, SOMECE-ILCE, México, 1996. p.269.

<sup>369</sup> En realidad Fernando Galindo Soria no cuenta con grado doctoral, pero todos y cada uno de los que hemos recibido sus enseñanzas le damos ese título como una forma de respeto y reconocimiento.

<sup>370</sup> Se trata de una red humana interesada y comprometida con el desarrollo de la Informática en todos sus ámbitos, conformada por un grupo de personas entusiastas de este campo del saber humano a la que consideramos como una familia. Creada desde noviembre de 1980 cuando se constituyó en la UPIICSA del IPN la Unidad de Investigación y Desarrollo en Computación (UIDC), la cual contaba originalmente con 5 miembros, para 1984 se integraban alrededor de 400 personas y ya para 1988 se había distribuido en diferentes dependencias, universidades y empresas nacionales e internacionales; por lo que desde 1992 se integró como un grupo informal e independiente formado por investigadores, estudiantes, profesionistas y directivos del sector público y de la iniciativa privada, a título personal, conocidos como la Red de Desarrollo Informático (REDI). Desde su creación la REDI, a través de sus nodos (especialistas comprometidos), ha participado activamente en el desarrollo informático de México, principalmente en los aspectos políticos, educativos, científicos y empresariales. Cfr. <http://laredi.com> (última consulta marzo 2010). Los paradigmas informáticos de REDI incorporan los trabajos más representativos que han dado forma al campo de la Informática y han sido considerados en esta investigación, como la Teoría de la Información de Claude Shannon, incluyendo lo relativo a temas como Cibernética, Computación, Sistemas de Información, Inteligencia Artificial y Teleinformática; así como aspectos informáticos desde una cosmovisión Tolteca, entre otros.



Los Sistemas Evolutivos es un área de la Informática relativamente nueva ya que es alrededor de 1983 cuando se establece el concepto y es en 1986 cuando se presentan los primeros trabajos funcionando bajo este nombre, sin embargo tiene antecedentes desde hace muchos años...

...existe una gran cantidad de antecedentes "dispersos" sobre el tema y es hasta 1976 cuando en la Unidad de Cómputo de El Colegio de México (COLMEX), en la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y en el Centro Nacional de Cálculo (CENAC) del IPN donde se comienzan a desarrollar las primeras investigaciones que culminarían en los Sistemas Evolutivos...

...en junio de 1985 se presenta la ponencia "Sistemas Evolutivos" en varios foros, donde se plantea en forma general la problemática de los sistemas de información, el concepto de sistemas evolutivos, una primera propuestas de arquitectura, la factibilidad de desarrollar un sistema de ese tipo y los principales problemas que se estaban atacando en esa época. Este documento sirvió como guía de acción ya que permitió orientar la investigación sobre áreas más concretas, siendo tal vez una de las más relevantes la necesidad de dotar al Sistema Evolutivo con un mecanismo de tipo inductivo/deductivo, en contra de los mecanismos tradicionales de tipo deductivo<sup>371</sup>.

Dicha propuesta teórica ha crecido en los últimos 30 años apuntando hacia los llamados sistemas conscientes y también hacia los sistemas afectivos; aglutinando durante todo este tiempo poderosos modelos específicos para la representación de conocimiento *ad hoc* con esta perspectiva y arquitecturas particulares de acuerdo con el tipo de aplicaciones. Acumulando también una gran cantidad de sistemas producto de proyectos de investigación de licenciatura y posgrado o simplemente proyectos finales en algunas asignaturas en instituciones de educación superior que aún los promueven.

Conforme los investigadores realizaron trabajos sobre el área, comenzaron a considerar algunas herramientas como típicas en la solución de algunos problemas, por ejemplo, en lo referente a la comunicación hombre-máquina, manejo de señales, generación de paisajes usando fractales, traducción de lenguajes y otros; se utilizaron herramientas de la Lingüística Matemática. Una

---

<sup>371</sup> Cfr. OLIVARES (2009: pp. 21-23).

variante evolutiva de las redes neuronales (Matrices Evolutiva) le permitió a varios investigadores afrontar problemas en donde muchas veces no se tiene conocimiento de "como" se hacen las cosas, sino únicamente se conoce la entrada y la salida. Las áreas típicas de Desarrollo de Sistemas de Sistemas Basados en Conocimiento se vieron apoyadas con el paradigma de los Sistemas Evolutivos al contar con herramientas que les permitían obtener los programas y/o las reglas a partir de ejemplos que maneja el usuario en su área de especialidad. Ejemplos de los resultados obtenidos son el Sistema Evolutivo Generador de Esquemas Lógicos de Base de Datos y el Sistema Evolutivo para Representación del Conocimiento, en el primero se obtiene el esquema de la base de datos y se actualiza mediante la descripción del ambiente en que se encuentra el sistema; en el segundo es posible encontrar reglas a partir del conocimiento que se le da en forma de oraciones declarativas en lenguaje natural restringido.

Varios de los trabajos realizados se aplicaron en diversas empresas, algunos de ellos se han convertido en productos de mercado y han permitido dar soluciones más "naturales" en el área de aplicación.

En mi caso, por ejemplo, durante los 20 años en los que he contribuido en la formación de informáticos como miembro de la Academia de Inteligencia Artificial de la UPIICSA, impartiendo asignaturas como Redes Neuronales, Sistemas Expertos o Ingeniería del Conocimiento; mis alumnos construyen a la fecha sistemas evolutivos para diferentes fines como han sido: reconocedores de firmas, reconocedores de rostros, reconocedores de voz, traductores a lenguaje de señas, braile o de distintas lenguas indígenas; así como sistemas expertos de acupuntura, inmunología, cardiología, pediatría, veterinaria, agronomía, etc. por mencionar algunos.

Desarrollar a fondo la *Teoría de los Sistemas Evolutivos, Conscientes y Afectivos* no es motivo de la investigación, no obstante retomaremos algunos aspectos de la misma para su valoración a través de la matriz básica de la IE, como un caso paradigmático que ejemplifica a cabalidad la interacción entre la Pedagogía y la Informática en forma inversa a la que estamos acostumbrados.

## 1. El compromiso o paradigma universal

*“Para la Informática Educativa primero están el universo, la humanidad y el ser humano”.*

En su esencia, los sistemas evolutivos son un paradigma que resuena con el paradigma universal de la IE. Baste con referirnos al prefacio sobre la evolución y a la introducción general a los sistemas evolutivos que nos ofrecen Galindo y Olivares respectivamente:

...en esencia se plantea que la evolución, el crecimiento, la vida, el aprendizaje, el pensamiento, la transformación de nuestra imagen de la realidad, los procesos de descomposición, el desarrollo y transformación de las empresas, sociedades, organizaciones, países, galaxias y universos, etc., son manifestaciones de un mismo proceso general de transformación o cambio, y que existen reglas y propiedades generales que se aplican a las diferentes manifestaciones particulares...

Por facilidad al concepto general lo denominaremos Evolución,..<sup>372</sup>

Es importante notar que los Sistemas Evolutivos representan más que una herramienta, una forma de conceptualizar la realidad, es decir, un lugar del universo en que los objetos inmersos están cambiando como resultado de su interacción, algunos cambios son muy bruscos y podemos tener conciencia de ellos pero otros no lo son, sino que tardan muchas veces miles o millones de años en apreciarse.

La invitación está abierta para apreciar nuestro bello universo considerando el paradigma de los Sistemas Evolutivos y así facilitar nuestra concepción y solución de problemas<sup>373</sup>.

## 2. Compromiso o paradigma civilizatorio.

*“La Informática Educativa contribuye en la edificación de la civilización del conocimiento a partir de tres elementos civilizatorios: el conocimiento, las TICC y el modelo de red; con el fin de asegurar el devenir de la humanidad”.*

---

<sup>372</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p.11).

<sup>373</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p.20).

Porque conozco al ‘Doc’, me atrevo a afirmar que los sistemas evolutivos, afectivos y conscientes son a Galindo Soria lo que Logo, Mindstorms y Micromundos son a Papert; es decir, pre-textos o recursos para invitarnos a pensar, o mejor dicho para tomar conciencia y movernos a innovar (al cambio, a la transformación). En otras palabras, a partir de ellos y con ellos comprender la realidad y transformarla de manera consciente. Después de todo, los sistemas evolutivos constituyen modelos poderosos para representar e interferir en la realidad. Como nos lo hace ver el Dr. Olivares en su introducción general a los sistemas evolutivos:

En el umbral del tercer milenio vivimos una Revolución Informática, la realidad cambia constantemente, los seres humanos ya somos muchas veces los agentes que propiciamos los cambios en la naturaleza, en los negocios, en el conocimiento, en la manera en que percibimos el universo.

El cambio constante en la realidad nos hace buscar herramientas, métodos, modelos, etc. que nos faciliten y muchas veces que nos permitan establecer modelos para su estudio y comprensión de la manera en que se manifiesta con el propósito firme de pronosticar comportamientos.

De la realidad se toma la información que caracteriza al fenómeno en estudio, posteriormente se elabora un modelo y se aplican los resultados en la realidad, provocando cambios; nuevamente se recopila información, en un proceso donde el contar con la conceptualización evolutiva ha permitido que el proceso referido pueda captarse de una manera más cabal e integrada<sup>374</sup>.

De hecho, el compromiso civilizatorio que propongo en esta tesis, comenzó a bosquejarlo Galindo Soria discretamente en mi interior, antes que Escorcía, Marín, Papert, Castells, Toffler y tantos otros me dieran su aporte. Ya que aún me formaba como informática cuando escuché a Fernando Galindo referirse a la Revolución Informática y al compromiso que tenemos como

---

<sup>374</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p.19).

informáticos de aplicar nuestra poderosa mirada a la edificación de nuestro futuro como humanidad. Así nos lo recuerda en la conclusión de la citada obra sobre sistemas evolutivos:

El mundo ya está aquí y si no somos copartícipes de este proceso otros tomarán las decisiones por nosotros y nos impondrán su visión del futuro, con lo que, más que un proceso de globalización en el que todos participemos, se puede convertir en un proceso de transculturización, en el cual otros nos impongan su manera de pensar, su cultura, su tecnología y su visión del mundo y en el cual nosotros seamos simple seguidores pasivos.

Necesitamos integrarnos en forma activa en este nuevo espacio con nuestras propias ideas y experiencias, buscando que, tanto nuestra cultura base, como las locales, no desaparezcan sino que trasciendan, sean conocidas por otras comunidades y contribuyan e impacten en la creación de los entornos mundiales<sup>375</sup>.

### **3. Compromiso o paradigma pedagógico.**

*“La Informática Educativa privilegia los fines educativos como sus ejes rectores y medios para consolidar el cambio y la transformación”.*

El referente pedagógico será siempre indispensable en la construcción de sistemas basados en conocimiento como los sistemas evolutivos, ya que en su mayoría se trata de aplicaciones que soportan la toma de decisiones en forma directa o indirecta a través de garantizar alternativas para la abstracción, representación e inferencia del conocimiento. El propio autor de esta teoría nos refiere a la Pedagogía en el contexto de este tema:

De lo anterior se observa que uno de los problemas de la informática se centra en los mecanismos para representar el conocimiento que se tiene acerca de un universo dado.

---

<sup>375</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p. 399).

Antes de estudiar los mecanismos específicos se verán algunas consideraciones sobre el conocimiento y sus diferentes niveles.

Desde el punto de vista de la pedagogía se tienen escuelas que estructuran los niveles de conocimiento de acuerdo a una secuencia o taxonomía, de estas la más conocida es la Taxonomía de Bloom, en la cual se considera que el conocimiento que se tiene de algo puede caer en alguna de las siguientes categorías:

- 1) Conocer, se sabe que existe algo.
- 2) Comprender, se entiende algo y se puede usar de alguna manera ese conocimiento.
- 3) Aplicar, dado un problema es capaz de solucionarlo utilizando el conocimiento adquirido.
- 4) Analizar, se es capaz de encontrar las partes constitutivas de algo y las relaciones entre estas.
- 5) Sintetizar, se es capaz de integrar diferentes partes para formar un todo.
- 6) Evaluar, se puede formar un juicio sobre algo"<sup>376</sup>.

No obstante, al igual que en Descartes, la verdadera dimensión pedagógica se la dará el diseñador de la arquitectura del sistema evolutivo específico que se trate, imprimiéndole el *paraqué* educativo en la propia funcionalidad que posea la aplicación. Pensemos por ejemplo la diferencia en el *para qué* educativo de un sistema experto que aprende a diagnosticar enfermedades cardíacas y entrena médicos residentes en el área de cardiología; respecto al *para qué* educativo de un sistema que aprende a dibujar rostros de infractores mayores y a identificarlos en una base de datos de delincuentes a partir de la descripción de sus víctimas.

Por ello es muy importante asegurar la existencia de una sólida ética y consciencia social en la formación de los ingenieros involucrados en tales desarrollos, para facilitar que éste tipo de recursos- por espectaculares que parezcan- coadyuven con los compromisos universal, transdisciplinar y civilizatorio de la IE. Lo cual será relativamente fácil si se cuenta con modelos apropiados de universo, hombre y sociedad.

---

<sup>376</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp. 58 y 59).

#### 4. **Compromiso o Paradigma Informático.**

*“Para la Informática educativa todo fenómeno, acto o hecho puede ser abstraído y explicado en términos de materia, energía e información-conocimiento”.*

Estar en los territorios de los sistemas evolutivos es estar en la parcela misma de la informática que se explica la realidad a partir de los componentes esenciales que enuncia el paradigma informático promovido por Galindo Soria. Ya que nadie como Fernando Galindo para explicarnos lo que es y lo que no es la Informática y la información.

Todos y cada uno de sus discípulos hemos sido formados en este enfoque y por ello todos los ingenieros de conocimiento que desarrollan sistemas dentro del paradigma de los sistemas evolutivos de Galindo Soria, lo practican.

Da cuenta de este enfoque la explicación que nos da el propio Galindo en el documento que analizamos cuando nos dice:

... por el hecho de que fluyen la materia, energía, información o algunos otros factores esenciales se da la evolución. ...

Las diferentes manifestaciones del fenómeno evolutivo son casos particulares de un fenómeno general, lo que cambia es la velocidad relativa de percepción de los observadores y la velocidad de la transformación o evolución. Donde, la velocidad de la transformación depende de la magnitud y velocidad del flujo de los factores esenciales y de la capacidad del sistema para transformarse (por ejemplo de su velocidad de absorción). ...

Dependiendo de la velocidad y comportamiento del cambio (ver pendiente, derivada, puntos singulares, atractores, límite, etc.) se marca el tipo de cambio: adaptación, evolución, revolución, reestructuración o catástrofe, por lo que el cambio es una constante permanente de los procesos evolutivos...

... el cambio se da como resultado de la interacción fractal que se da entre los componentes de un sistema, entre los sistemas, y entre todo esto y el enorme caldo de materia, energía e información donde se encuentra inmerso, ya que al haber interacción fluye algo entre los que interactúan y esto propicia la evolución. ...<sup>377</sup>

## 5. Compromiso o paradigma construccionista.

*“En su relación con el conocimiento la Informática Educativa se orienta al construccionismo”.*

Cuando el objeto informático-educativo se ciñe en los terrenos de la Inteligencia Artificial, como en el caso del paradigma de los sistemas evolutivos, la apuesta construccionista nos acerca de manera significativa a la tesis piagetiana sobre la construcción del conocimiento haciendo posible en la ‘mente artificial’ la capacidad de representar modelos de desarrollo del conocimiento humano que pueden ir desde las formas básicas de conocimiento en la niñez hasta los niveles de la actividad científica; dependiendo del o los modelos de representación de conocimiento que utilicemos.

Adicionalmente al enfoque constructivista de este compromiso, los desarrolladores de sistemas evolutivos saben que, en la medida que dotan a sus creaciones de capacidades sensoriales y de acción, así como de capacidades de cooperación, colaboración y otras formas de comunicación e interacción interna y externa a través de ambientes interactivos avanzados (interacción humano-máquina, realidad-máquina o máquina-máquina); se estarán aproximando cada vez más a los referentes humanos que los inspiran (asociados inevitablemente a los procesos complejos del aprendizaje y la búsqueda del saber). De hecho conocen de los prodigios que lograrían de hacer realidad sistemas cada vez más

---

<sup>377</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p.12).



conscientes y afectivos. Con todo ello, también se aproximan al paradigma construccionista de la IE.

Galindo Soria nos refiere al respecto de la representación del conocimiento con apoyo de la tecnología que hasta el momento ha conseguido este importante grupo de investigación lo siguiente:

Cuando se almacena el conocimiento en una Base de Conocimiento por un lado se tienen hechos o sea relaciones entre diferentes entes y por el otro lo que se conoce como reglas de inferencia con las cuales se tiene un nivel mas avanzado de representación que indican características generales sobre los hechos y marcan que si se cumple un conjunto de circunstancias se puede inferir algo nuevo. Estas reglas son las que le dan su fuerza a las fases de conocimiento y le permiten manejar un nivel mas abstracto y general aunque estas reglas de inferencia se aplican a cualesquier hecho que cumplan con sus premisas independientemente de los entes particulares que represente.

Asociados con estos mecanismos se tiene lo que se conoce como rutinas semánticas, las cuales son, algoritmos o heurismas que representan el conocimiento de cómo hacer algo y son llamadas o ejecutadas cuando se cumplen ciertas reglas y por otro lado tenemos el álgebra cualitativa con la cual se representa el “conocimiento de todos los días”.

La combinación de las Bases de Datos, Bases de Conocimiento, Rutinas Semánticas, Álgebra Cualitativa, etc. nos proporcionan un mecanismo muy poderoso de representación de conocimiento, ya que, en la base de conocimiento se almacenan los entes y las relaciones entre estos y las reglas que permiten inferir nuevo conocimiento a partir del ya existente, por otro lado los entes pueden apuntar a las bases de datos donde se encuentra la información de detalle y por su parte ciertas reglas de inferencia pueden inferir alguna rutina semántica o alguna operación cualitativa entre diferentes componentes.<sup>378</sup>

## **6. Compromiso o paradigma tecnológico.**

*“Para la Informática Educativa la tecnología constituye una poderosa herramienta de transformación epistémica (cognitivo-científica) y social”.*

---

<sup>378</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p.336).

Considero que como sistema tecnológico, los sistemas evolutivos, afectivos y conscientes de Galindo Soria se encuentran aún en la fase de transferencia que nos señala Huges, ya que no hemos conseguido posicionarlos en el lugar que ocupan los grandes sistemas tecnológicos. Sin embargo, tal como refiere Callon en su modelo actor-red, los que trabajamos a favor del desarrollo y consolidación de los sistemas evolutivos nos reconocemos como un grupo comprometido con esta tradición la cual preservamos y fortalecemos a través de transferirla hacia las nuevas generaciones de informáticos. Abanderar esta tecnología nos da cohesión e identidad a los miembros de la REDI, así como las razones suficientes para seguir innovando con cada proyecto en la búsqueda de más y mejores soluciones para la representación del conocimiento, para la interacción hombre máquina y para el reconocimiento de patrones. Nos dice Jesús Olivares al respecto:

Conforme los investigadores realizaron trabajos sobre el área, comenzaron a considerar algunas herramientas como típicas en la solución de algunos problemas, por ejemplo, en lo referente a la comunicación hombre-máquina, manejo de señales, generación de paisajes usando fractales, traducción de lenguajes y otros; se utilizaron herramientas de la Lingüística Matemática. Una variante evolutiva de las redes neuronales (Matrices Evolutiva) le permitió a varios investigadores afrontar problemas en donde muchas veces no se tiene conocimiento de “cómo” se hacen las cosas, sino únicamente se conoce la entrada y la salida. Las áreas típicas de Desarrollo de Sistemas de Sistemas Basados en Conocimiento se vieron apoyadas con el paradigma de los Sistemas Evolutivos al contar con herramientas que les permitían obtener los programas y/o las reglas a partir de ejemplos que maneja el usuario en su área de especialidad.

Ejemplos de los resultados obtenidos son el Sistema Evolutivo Generador de Esquemas Lógicos de Base de Datos y el Sistema Evolutivo para Representación del Conocimiento, en el primero se obtiene el esquema de la base de datos y se actualiza mediante la descripción del ambiente en que se encuentra el sistema; en el segundo es posible encontrar reglas a partir del conocimiento que se le da en forma de oraciones declarativas en lenguaje natural restringido.

Varios de los trabajos realizados se aplicaron en diversas empresas, algunos de ellos se han convertido en productos de mercado y han permitido dar soluciones más “naturales” en el área de aplicación<sup>379</sup>.

## **7. Compromiso o paradigma transdisciplinar.**

*“Para su estudio e intervención, la Informática Educativa recurre a la Pedagogía y a la Informática en forma integradora, al tiempo que las trasciende en su búsqueda de soluciones y orientación hacia la construcción de conocimiento”.*

Desde una mente tan visionaria como la de Galindo Soria, la teoría que ha detonado nace necesariamente desde un enfoque transdisciplinar y apunta hacia la transdisciplinariedad también. Esto es, desde la apuesta de Galindo, no sólo hemos de referirnos al paradigma de los sistemas evolutivos como una noción que representa e integra múltiples manifestaciones de la realidad relacionadas con la evolución (incluidos el conocimiento y el aprendizaje); sino como la posibilidad del surgimiento de un cuerpo de conocimientos orientado a este desafío.

...múltiples manifestaciones de la realidad como la vida, la evolución, el aprendizaje, la transformación del universo y muchas otras, son casos particulares de una manifestación general, la cual esta regida por la interacción fractal de múltiples sistemas en un caldo en el que fluye permanentemente al menos la materia, energía e información, propiciando con este flujo los procesos de transformación.

Con este trabajo espero dar una idea de la magnitud del área y propiciar que se puede empezar a plantear el surgimiento de una Ciencia o Disciplina de la Evolución, Interacción o Cambio, donde se pueda estudiar la Evolución en sus diferentes manifestaciones y encontrar sus características (fundamentos, reglas, leyes, patrones, etc.) generales e independientes de las manifestaciones particulares en que se presenten.

En particular, lo anterior se podría aplicar para entender y aprovechar el comportamiento de las diferentes manifestaciones de los procesos evolutivos, mediante el desarrollo y uso de

---

<sup>379</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p.20).

herramientas de una "Ingeniería Evolutiva" (por ejemplo al aprender evoluciona nuestra imagen del mundo, por lo que un buen ejercicio seria la creación de espacio de aprendizaje donde el conocimiento fluya libremente).<sup>380</sup>

Respecto a este tipo de soluciones que nos ofrece Galindo Soria, me parece que valdría la reflexión sobre el hecho de que si retomamos la aspiración de Papert respecto a que los niños pudiese construir y manipular también mentes artificiales y las correspondientes implicaciones que esto conllevaría, podemos intuir como los extremos del objeto informático educativo descrito en nuestra matriz bien podrían tocarse a través del diseño de sistemas evolutivos, afectivos y conscientes directamente aplicados al proceso de enseñanza aprendizaje.

#### IV.4. LA SOCIEDAD MEXICANA DE COMPUTACIÓN EN LA EDUCACIÓN

La gestión estratégica y el activismo socio-político constituyen uno de los problemas clásicos del campo de la IE, según fue referido en las orientaciones metodológicas de la matriz propuesta.

En ese sentido la existencia de organismos como la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE) constituyen también casos paradigmáticos en la medida que orientan y se adhieren a los compromisos ontológicos previstos.

La SOMECE fue fundada en 1986, al término del Tercer Simposio Internacional de Computación en la Educación como una Asociación Civil sin fines de lucro, reconocida como una organización educativa y profesional dedicada a promover la elevación de la calidad de la

---

<sup>380</sup> Cfr. OLIVARES (2009: p. 13).

educación en todos sus niveles y modalidades con el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación.

Al término del III Simposio, en 1986, se constituyó la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, A.C. (SOMECE) para encargarse de la organización de los simposios, como un órgano de consulta independiente sobre políticas y proyectos relacionados con el uso de las TIC en la educación, como un grupo de estudio de la informática educativa y la educación informática, de análisis de resultados de investigación, de desarrollo de contenidos, como un equipo que imparte programas de desarrollo profesional, que promueve, vincula y mantiene relaciones con instituciones nacionales y extranjeras del sector público y privado y que asesora y evalúa proyectos de integración de las tecnologías en la educación<sup>381</sup>.

La SOMECE se constituye como un grupo de estudio de la Informática Educativa, de análisis de resultados de investigación, de desarrollo de contenidos y aplicaciones; un equipo que imparte programas de desarrollo profesional, organiza eventos académicos, publica, asesora y evalúa proyectos de integración de las tecnologías en la educación.

Los socios de la SOMECE, profesionistas de reconocido prestigio de instituciones públicas y privadas, trabajan con fines altruistas a favor de la educación apoyada en tecnología, convirtiendo a esta organización en la depositaria de la historia y de la mejor experiencia en la integración de la tecnología en la educación mexicana.

SOMECE se ha constituido en depositaria de la historia del cómputo educativo en México durante estos veinticinco años, al recopilar la experiencia nacional y las tendencias internacionales, en las memorias de todos los simposios; de su seno han partido directrices de política en la integración de las tecnologías en la educación y ha dado lineamientos, que actualiza continuamente, en relación con la conformación de modelos educativos y de usos de tecnología, del desarrollo de contenidos digitales, la formación de líderes y docentes, de comunidades de aprendizaje, de gestión del conocimiento, de la evaluación y la investigación, del

---

<sup>381</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.67).

aprovechamiento de las tecnologías emergentes y la puesta en común de experiencias y prácticas educativas de impacto directo en el aula presencial y virtual<sup>382</sup>.

Como la persona moral que es, la SOMECE ha ido adquiriendo sus compromisos ontológicos de sus miembros y particularmente de los compromisos que sus líderes encarnan, así veremos en el discurso de algunos de sus fundadores, ex presidentes y aún consejeros la forma que ha ido tomando el ethos informático educativo para esta ONG.

## **1. El compromiso o paradigma universal**

*“Para la Informática Educativa primero están el universo, la humanidad y el ser humano”.*

Los que hemos sido miembros activos de la SOMECE por más de dos décadas, podemos dar cuenta de cómo este paradigma es particularmente sostenido por algunos de sus consejeros consultivos y ex presidentes más notables, sobretudo a la hora de formular proyectos e iniciativas con carácter público.

La Dra. Yolanda Campos Campos<sup>383</sup> nos recuerda constantemente a los miembros de la SOMECE en sus discursos, el compromiso universal que hemos adquirido los que nos desempeñamos como formadores a partir de nuestro propio compromiso con la educación. El texto a continuación evoca su compromiso como maestra de educación normal.

... sigo afirmando que el camino que he recorrido en mis cuarenta y cinco años de servicio a la educación de mi pueblo, han transcurrido en un caminar desde aquí hasta aquí, en donde la innovación, el rápido cambio, las situaciones aparentemente inexplicables producto de la

---

<sup>382</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.67).

<sup>383</sup> La Doctora Yolanda Campos Campos es fundadora y expresidenta de la SOMECE. Consultora e investigadora incansable en el campo de la informática educativa con énfasis en la enseñanza de las matemáticas cuenta con más de 50 títulos relacionados con informática para niños y jóvenes como apoyo a la educación con uso de TIC.

dialéctica universal, van afirmando que en medio de todo, ha habido algo invariante: el claro deseo del desarrollo armónico e integral de los educandos, para lo cual, cada acción, cada contenido, cada acción formativa en educación informática conlleva la intención de crear ambientes en donde se exprese la “Luz en la inteligencia, la paz en el corazón, la fuerza de voluntad” y se avance en la comprensión del quién soy, de la convivencia con otros, con el medio ambiente, de crear y hacer cultura y conocer el universo.

Y así continuará el sueño y el compromiso establecido hace cuarenta y cinco años: “consagrar amorosamente al género humano mi labor presente y futura y como maestra y mujer comprometerme a colaborar en la estructura y armonía de un mundo mejor”<sup>384</sup>.

Por su parte el Dr. Germán Escorcía<sup>385</sup>, con su particular enfoque globalizador, nos invita constantemente a lanzar nuestra mirada desde una perspectiva planetaria cuando afirma:

Para impedir que los desequilibrios del pasado en el desarrollo de los pueblos se proyecten al nuevo siglo, se considera que la conectividad global debe estar al servicio de los niños, en las escuelas, en las comunidades más remotas, sin distingo de razas, religión, género, o lengua. El llamado es a todas las naciones para emprender un esfuerzo de orden planetario, para asegurar las condiciones necesarias que faciliten a cada niño un acceso sin limitaciones y con la debida preparación a los recursos más poderosos de la humanidad, centrados en el conocimiento<sup>386</sup>.

## **2. Compromiso o paradigma civilizatorio.**

*“La Informática Educativa contribuye en la edificación de la civilización del conocimiento a partir de tres elementos civilizatorios: el conocimiento, las TICC y el modelo de red; con el fin de asegurar el devenir de la humanidad”.*

---

<sup>384</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.82).

<sup>385</sup> El Dr. Escorcía es discípulo de Papert. Ha sido presidente de la SOMECE y es miembro de su Consejo Consultivo. Es consultor internacional en temas de sociedad del conocimiento, innovación gubernamental, competitividad, conectividad aprendizaje y construcción de habilidades.

<sup>386</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.150).

En SOMECE nadie como el Dr. Escorcía para referirse a este paradigma. En los esfuerzos que la asociación emprende hacia la formación de líderes, buscamos que sea el propio Dr. Escorcía quien abra los programas de capacitación para asegurarnos de que la visión que compartimos a cerca de la civilización del conocimiento sea transmitida directamente por este importante especialista con ideas centrales como la siguiente:

La fase inicial de una transformación radical de las sociedades se originó con la generalización de las computadoras, ya no se discute su impacto. Rápidamente, dio paso a otra fase intensa, basada en el desarrollo de software. Otorga valor a la creación intelectual de formas ingeniosas para operar adecuadamente las tecnologías. Hay portentos de la mente detrás de algunos de los desarrollos de software que utilizamos cotidianamente, y retos descomunales detrás de los planteamientos de que ponerles para que sean útiles en el aprendizaje.

A finales del siglo XX vivimos el estallido de una nueva revolución, la de las comunicaciones, que en asocio con la informática, generan fenómenos sorprendentes, que hoy podemos englobar bajo el tema de Conectividad.

En medio de esta revolución, detectamos señales de una nueva. La de los contenidos. En muchos países, el sector educativo se refugió tras la barricada de los costos de la tecnología, para no enfrentar el reto de su incorporación en la práctica educativa diaria, con todas sus implicaciones. Por años insistimos en que esa situación cambiaría, y que preparar a los docentes para su coexistencia con las nuevas herramientas, y desarrollar nuevos materiales, métodos y contenidos para operar bajo conectividad

Desde otra perspectiva, podemos anotar que la transición verdadera es de civilizaciones basadas en la transformación de las materias primas, hacia las que transforman la materia gris, o las ideas. Hoy, bajo sus influjos, las naciones denominan éste punto de inflexión con etiquetas como la Sociedad de la Información, o la economía del conocimiento<sup>387</sup>.

En esa misma línea de ideas, SOMECE configuró durante la gestión del Dr. Escorcía, un mapa de rutas en materia de política informática educativa, que hemos seguido con fidelidad y

---

<sup>387</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp. 149 y 150).



continuidad, el cual constituye la suma de las aspiraciones de sus académicos; resumida en cinco directrices que nos apunta este experto en el siguiente fragmento como las principales apuestas:

Comunidades: Por lo que hoy hacemos, y por lo que haremos a través de las redes, la palabra ya no contiene el significado que debemos darle. Transitamos hacia una pedagogía del encuentro y debemos ampliar sus fronteras, hasta llegar a las “Comunidades que aprenden en Comunidad”, una verdadera construcción social del conocimiento. Colaboración pasa aquí, de ser noción intuitiva a intención deliberada. Es este un tema de estrategia nacional, inscrito en diferenciar una civilización de consumidores netos de información, de una civilización de productores de conocimiento.

Contenidos: Es la tercera y última llamada, y la siguiente confrontación tecnológica. Después de la infraestructura tecnológica es preciso hacer circular la fuerza del saber, manifiesta en forma digital. Nos falta un fondo de fomento al desarrollo de contenidos, y el florecimiento de celdas de producción en todo el país, con estándares altos. Espacio para los autores, la definición de los pobladores mexicanos de la red.

Gestión de Conocimiento: La nueva sociedad lo entiende como activo organizacional, rumbo a ser el principal activo nacional. No olvidemos que reside en personas, y que necesitamos entender mejor el origen, flujo y destinación del conocimiento.

Modelos: En adición a la Infraestructura, concluimos que con nuevos métodos y prácticas, se engloban los modelos para uso de tecnología en procesos de aprendizaje. Desde los enfoques denominados e-learning hasta la educación a distancia (que prefiero llamar “aprendizaje sin distancia”), los ambientes mediados exigen formas nuevas de pensar y profunda reinención en métodos, herramientas y contenidos.

Formación: Divinizado y satanizado, el maestro está en el centro del escenario, en esta alborada del milenio. Los reflectores apuntan a la formación de los formadores, como vía de romper el círculo perverso que nos hace educar en la tecnología a los maestros ya en servicio, que es la forma más costosa de hacerlo. La nueva metáfora: necesitamos para los centros de acceso comunitario a Internet, dinamizadores con un perfil que combina el de un maestro y el de un promotor social. Una innovación nada fácil.<sup>388</sup>

---

<sup>388</sup> Cfr. VICARIO (2009: p. 140).

### 3. Compromiso o paradigma pedagógico.

*“La Informática Educativa privilegia los fines educativos como sus ejes rectores y medios para consolidar el cambio y la transformación”.*

Como en el caso de Descartes, el compromiso pedagógico de los fundadores y líderes de la SOMECE que se preserva a partir de sus Consejos Consultivo y Directivo, se re combina en el compromiso pedagógico de cada uno de sus miembros. Por ello no es extraño encontrarnos con Piaget o incluso con Freire, Makarenko, Ilich y Freinet como nos apunta Campos:

...Los fundamentos se sustentaban en los principios de la escuela nueva entre los que teníamos muy presentes los postulados de de la escuela activa: de Celestine Freinet con su educación para el pueblo y la imprenta en el aula, A.S. Makarenko y su educación colectivista y la filosofía de la educación indígena... vinieron los aportes de Jean Piaget y el constructivismo, Freire y su acción social transformadora, los métodos de investigación en la acción, Ilich y la escuela des escolarizada, la educación marxista y la claridad sobre las interrelaciones entra la educación institucionalizada con los sistemas de producción a los que sirve y de los cuales, en última instancia, toma sus fines y prácticas.... La voz de Bertrand Russell resonaba en mi juventud magisterial, al igual que ahora: "No hay más que un camino para el progreso en la educación, como en todas las cosas humanas, y es el de la ciencia guiada por el amor. Sin ciencia, el amor es impotente; sin amor, la ciencia es destructiva."<sup>389</sup>.

Pero dentro de los teóricos que más nos ha influenciado como gremio en la última década definitivamente está Seymour Papert, quien adquirió una fuerte presencia (moral y física) en la SOMECE gracias al propio German Escorcia, quien refiere de su primer encuentro con Seymor lo siguiente:

Hace veinticinco años, atendí en Casa de Nariño una misión prodigiosa, que visitaba al Presidente Belisario Betancourt de Colombia. La integraban Jean Jacques Servan-Schreiber, Nicholas Negroponte, y Seymour Papert, y proponían una novedosa política de Estado: “En vez

---

<sup>389</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp. 58 y 59).

de correr a subir en el último vagón de un tren que está llegando a su destino, la industrialización, porque no tomar boleto de primera en un tren que esta al partir: la informatización”.

Las credenciales de la delegación no podían ser mejores: ... Papert acreditó un perfil singular. Profesor del MIT, era el experto en Inteligencia Artificial, una novedosa rama de investigación para la época, quien se fué a discutir con Jean Piaget su reto principal: “Cómo hacer para que las máquinas aprendan”, y Piaget hizo su trabajo, lo convirtió a una nueva religión: “Como hacer que las máquinas ayuden a los niños a aprender mejor”.<sup>390</sup>.

#### 4. Compromiso o Paradigma Informático.

*“Para la Informática educativa todo fenómeno, acto o hecho puede ser abstraído y explicado en términos de materia, energía e información-conocimiento”.*

A pesar de que el enfoque informático no es algo fácil de evidenciar, es común entre los líderes de la SOMECE compartir y practicar esta forma de visión.

German Escorcía nos precisa sobre el tema:

Aproximadamente la sentencia rezaba: “Por muy poco tiempo, muy pocos pueblos han disfrutado de un flujo libre, bidireccional y simétrico de información”. Su impacto era devastador. Para una época que estrenaba satélites artificiales, y el crecimiento desmesurado de la televisión, particularmente en los sectores pobres de las sociedades, el problema de los contenidos emergía con claridad.

Pero, el llamado no fue atendido. Actuando como Vicepresidente del Consejo Mundial de Gobiernos del Programa General de Información, de la UNESCO, (Antecesor del Information for All Program) tuve acceso a los exámenes monográficos que alrededor del mundo se hacían sobre los nuevos fenómenos de la circulación, dominio y control de la información. La visión era larga, eran tiempos de la Comisión McBride de UNESCO, cuyo informe fue conocido con el título: “Un Solo Mundo, Voces Múltiples”, un homenaje a su creador: Marshall McLuhan de Canadá.<sup>391</sup>

---

<sup>390</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.246).

<sup>391</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp.133 y 134).

La propia Yolanda Campos nos ofrece una definición de Informática Educativa donde puntualiza aspectos sobre la noción de información:

Campo del conocimiento multidisciplinario, transdisciplinario, interdisciplinario en el cual se conjugan los elementos de la pedagogía, la ramas y conocimientos de la pedagogía, con los de la informática. Siendo la informática una "ciencia" cuyo campo de aplicación el manejo de la información y la construcción de modelos de información, hace algo muy rico porque gran parte de la educación es información. No transmisión de información, sino como la información que puede ayudarnos a generar modelos que nos permiten hacer cambios a una realidad.<sup>392</sup>

Personalmente abandero este paradigma como se puede apreciar a lo largo de esta investigación.

## **5. Compromiso o paradigma construccionista.**

*"En su relación con el conocimiento la Informática Educativa se orienta al construccionismo".*

La vocación de la SOMECE es *construccionista* por excelencia. No sólo sus discursos promueven esta tendencia sino todas y cada una de sus acciones formativas como talleres, seminarios, diplomados, etc.; los cuales se articulan desde y hacia: dinámicas constructivistas apoyadas con tic, con el uso exhaustivo de materiales y ambientes para el aprendizaje, en contextos colaborativos y afectivos. Por ello le organizamos un sentido homenaje a Seymour como padre del construccionismo en el pasado XXV Simposio Internacional de Computación en la Educación. Sobre el construccionismo papertiano que promueve la SOMECE Escorcía nos recuerda uno de sus más importantes sentidos:

---

<sup>392</sup> Cfr. VICARIO (2005: p.206).

...Ya lo advertía Seymour Papert; la computadora se convierte en un objeto con el cuál pensar- things to think with-, y en un agente que aprende del aprendiz, para ayudarlo a mejorar su proceso de aprendizaje.<sup>393</sup>

Por otro lado resalta el factor afectivo dentro de los componentes construccionistas, el cual es particularmente valorado en SOMECE como lo expresa el Dr. Bustamamante en su discurso inaugural del primer Simposio Internacional de Computación Infantil y Juvenil en 1984.

Esperamos que a lo largo del Simposio podamos discutir y llegar a algunas conclusiones sobre el punto que considero más importante en la educación: cómo usar las computadoras para mejorar la creatividad, la capacidad de razonar, el pensamiento crítico y la posibilidad de plantear y resolver problemas correctamente y algo igualmente importante, cómo emplearlas para mejorar la autoestima de los niños y jóvenes.

## **6. Compromiso o paradigma tecnológico.**

*“Para la Informática Educativa la tecnología constituye una poderosa herramienta de transformación epistémica (cognitivo-científica) y social”.*

Desde el paradigma construccionista que promueve la SOMECE, el papel de la tecnología es crucial para la transformación de nuestras sociedades y de la humanidad en su conjunto. Por ello le preocupa y le ocupa el monitoreo tecnológico, la identificación de los mejores modelos de uso y las buenas prácticas, la producción y distribución de los contenidos, los debates públicos y la participación social que apuntan hacia políticas públicas en materia de educación y de desarrollo tecnológico. Todo ello a partir de considerar a las TICC como poderosas palancas para el cambio.

---

<sup>393</sup> Cfr. VICARIO (2009: p.137).

...en SOMECE consideramos que las Tecnologías de Información y comunicación (TIC) constituyen un recurso didáctico estupendo para desarrollar y potenciar capacidades de pensamiento complejo, así como las megahabilidades necesarias para combatir las principales brechas sociales de nuestros días y atender a los desafíos del milenio.

De este modo en la SOMECE: El ser humano que conoce y por tanto que aprende es el destinatario de nuestro quehacer. Toda herramienta que potencia esta capacidad es de nuestro interés. Las familias, las escuelas, los gobiernos y las empresas, como instituciones sociales responsables de la cibercultura, son nuestros socios y cómplices en la transformación de la realidad y, por ello, las revoluciones cognitiva y social son nuestras luchas principales<sup>394</sup>

## **7. Compromiso o paradigma transdisciplinar.**

*“Para su estudio e intervención, la Informática Educativa recurre a la Pedagogía y a la Informática en forma integradora, al tiempo que las trasciende en su búsqueda de soluciones y orientación hacia la construcción de conocimiento”.*

Nada como un espacio de intercambio de perspectivas y experiencias en torno a un tópico como la IE que aglutina a maestros, especialistas, funcionarios, empresarios e investigadores de diferentes contextos, perfiles y niveles educativos para ejercitar el compromiso transdisciplinar. Ya que, desde sus orígenes, en SOMECE sus actores provenimos de diferentes campos de práctica de la IE según nos relata el Dr. Marco Murray-Lasso.

Había mucho interés en la educación con ayuda de la computación entre muchos académicos entre los cuales estaba el Dr. Enrique Calderón y varios de sus colaboradores como Gustavo Deffís de los Centros Galileo de su proyecto en la Fundación Arturo Rosenblueth, la Dra. Araceli Reyes, doctora en matemáticas, el Ing. Guillermo Fernández de la Garza, Director de la Revista Educativa “Chispa”, el físico Roberto Sayavedra, colaborador de la revista Chispa e investigador del Centro de Instrumentos, La Ing. Carmen Padilla Longoria, Directora de una Escuela Privada y de un Despacho de Consultoría, el Ing. Carlos Strassburger, quien posteriormente sería Director

---

<sup>394</sup> Fragmentos del discurso pronunciado por Marina Vicario durante la toma de protesta del Consejo Directivo 2008-2010 de la SOMECE el 1° de julio del 2008.

de Investigación de la DGSCA, el Ing. José de la Herrán investigador del Centro de Instrumentos, la Dra. Sandra Castañeda profesora de la Facultad de Psicología de la UNAM, el Dr. Manuel Álvarez Manilla, Director del Centro de Investigación en Sistemas Educativos de la UNAM, el Ing. José Antonio Padilla Segura, ex Director General del Instituto Politécnico Nacional y Presidente en el Senado de la Comisión de Informática, Ciencia y Tecnología, el Ing. Cesar Pérez Córdova, ex ingeniero de IBM y pionero en Puebla de la Educación con apoyo computacional, el Dr. Adolfo Guzmán Arenas posterior Premio Nacional de Ciencias, la Maestra Guadalupe González Godínez, consultora de IBM y de varias escuelas particulares, el Ing. Manuel Álvarez, pionero de la computación en la UNAM y posteriormente Director de DGSCA y ahora en el INEGI, el Ing. Jorge Gil Mendieta, Director Fundador del Programa Universitario de Cómputo de la UNAM y muchos más, tantos que llenarían el artículo.

Entre todos los mencionados y otros no mencionados, muchos de los cuales participamos en la organización de los primeros tres simposios, decidimos formar una asociación civil cuya abreviatura es SOMECE: Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, de la cual me honro en haber sido el Presidente Fundador...<sup>395</sup>

Actualmente los socios de SOMECE nos desenvolvemos en el nivel preescolar o en el nivel superior, en la educación indígena o en la educación especial; provenimos de las ciencias sociales, de las artes o de la ingeniería; somos jubilados o estamos en activo; somos nacionales o extranjeros, etc; pero igual nos involucramos y discutimos proyectos y desafíos de actualidad en México y en el mundo, intercambiamos, construimos y probamos conjuntamente distintas fórmulas para hacerles frente cuando de IE se trata. Lo cual nos permite reconocer diferentes niveles de realidad y lógicas para su interpretación o análisis. También nos exige una racionalidad abierta y transcultural pero al mismo tiempo de rigurosidad en la argumentación. Aunque bien cabe aclarar que, tal quehacer es inevitablemente en los contextos en el que nos desempeñamos cada uno de sus miembros, pero la reflexión y la propuesta de intervención hacia tal quehacer surge colectiva; como grupal es también la acción a la que nos sumamos irremediamente como ‘colegas-amigos’, en la medida de las posibilidades de cada proyecto.

---

<sup>395</sup> Cfr. VICARIO (2009: p. 19).

De este modo, gracias a sus asociados y a los simposios, SOMECE ha tenido oportunidad de conocer, emitir opinión e intervenir, directamente o a través de sus agentes, en una importante cantidad de proyectos nacionales de gran envergadura como COEEBA-SEP, Red Escolar, SEC 21, EFIT, EMAT, EVA, el Sistema Nacional e-México o Enciclomedia; así como en la formación de maestros en la Normal Superior o en el CAMDF, entre otros más.

Uno de los proyectos más recientes en los que nos ha tocado participar y en el que es posible apreciar la metodología y visión transdisciplinar, fue el Diplomado de estrategias didácticas para la enseñanza de competencias informáticas que coordinó Yolanda Campos desde el ILCE en el 2009. De dicho programa la Dra. Campos nos relata:

...me integré a un equipo que contaba con una excelente dirección, coordinación académica, tutoría, producción, diseño, gestión y apoyo tecnológico; ... propuse el modelo humanista integrador de la educación informática y diseñé para cada telesección un apartado de orientaciones pedagógicas para reflexionar en los fundamentos de la educación informática, el para qué, para quiénes, qué, cómo, qué competencias desarrollar; después orientaciones informáticas, en las que mediante un diálogo para el descubrimiento entre pares, se ofrecen tips y sugerencias para procedimientos computacionales relacionados con las competencias informáticas en estudio y luego viene la sesión de preguntas y respuestas por teléfono, chat, correo electrónico o por videoconferencia.

En este diplomado además, los tutores están con el grupo antes de la telesección, durante y posteriormente dirigen un taller de educación informática para corroborar que los participantes cuentan con las competencias necesarias para que en el trabajo independiente desarrollen sus actividades creativas a través de las cuales se aprenden y ponen en práctica las competencias informáticas en contextos relacionados con el aprender a ser, a convivir con otros, convivir con el medio, crear y hacer cultura y conocer el universo; que sepan hacer su glosario colectivo para definir con la argumentación correspondiente, términos relacionados con la fundamentación pedagógica y tecnológica; ...



Posteriormente, el proyecto se extendió a grupos indígenas mazahuas, otomies, tepehuanos, coras, huicholes, huastecos, de los estados de México, Hidalgo, Nayarit, Durango, San Luis Potosí y el Distrito Federal, constituyendo una experiencia única a nivel mundial, en la que los profesores indígenas están aprendiendo y apropiándose de la tecnología como recurso para su desarrollo personal, para preservar su lengua, enriquecer su identidad y cultura y hacer presencia en el mundo. El reto a continuación será el que los maestros indígenas generen estrategias didácticas para la escuela multigrado de manera que se conciba ésta como lo señaló Germán Escocia en la sesión final del diplomado: como la escuela del futuro.<sup>396</sup>

A casi cinco lustros de su creación, la SOMECE continúa su vocación *“por la incorporación racional de la tecnología en la educación”*, preservando nuestra historia en este campo y abanderando de manera honrosa a la Escuela Mexicana de Informática Educativa.

---

<sup>396</sup> Cfr. VICARIO (2009: pp. 79 y 80).