

# **Laboratorio Virtual para la enseñanza de fundamentos de programación de computadores**

Carlos Eduardo Alvarez Martinez

Proyecto de Investigación de la maestría en E-Learning

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Bucaramanga, Colombia

[calvarez740@unab.edu.co](mailto:calvarez740@unab.edu.co)

Cesar Darío Guerrero Santander (Director)

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Bucaramanga, Colombia

[cguerrer@unab.edu.co](mailto:cguerrer@unab.edu.co)

## **Resumen**

La enseñanza de la programación de computadores se debe soportar en modelos conceptuales que lleven al establecimiento de métodos de enseñanza que permitan aprovechar el uso de materiales didácticos soportados en nuevas tecnologías y potenciar la realización de prácticas de laboratorio como medio para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Esta investigación tiene como núcleo central la elaboración de un modelo conceptual que posibilite la creación de un entorno virtual de enseñanza de fundamentos de programación de computadores que integra materiales didácticos multimedia y el uso de un sistema de gestión de prácticas virtuales de laboratorio de programación, que permita realizar seguimiento al trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo de estas, con el propósito de mejorar el acompañamiento que el profesor realiza durante el proceso de aprendizaje.

## **Palabras clave**

Programación de computadores, Lenguaje de programación, Paradigma de enseñanza, Laboratorio virtual, Ambiente de aprendizaje, Educación virtual

## **Introducción**

Con el surgimiento de tecnologías que permiten la realización de prácticas de laboratorio de programación por vía web, se abren nuevas posibilidades en la creación de ambientes de aprendizaje para la enseñanza de la programación de computadores mediante la aplicación de estrategias didácticas que permitan integrar y articular el componente teórico con el desarrollo de prácticas de laboratorio.

En la enseñanza de fundamentos de programación de computadores uno de los componentes principales está en la realización de prácticas de laboratorio que ayudan al

estudiante en la apropiación de los saberes, y en el desarrollo de destrezas para el análisis y resolución de problemas. En este contexto los estudiantes se enfrentan a la solución de problemas basados en situaciones reales, y paralelamente adquieren o afianzan los conocimientos necesarios para realizar su análisis en forma adecuada, y proponer, diseñar y desarrollar programas que los solucionen. Sin embargo, hay varios aspectos relacionados con el tamaño de los grupos de clase, la dinámica de acompañamiento a los estudiantes y la forma en que se realiza el seguimiento y evaluación, que dificultan el aprovechamiento de las prácticas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Esta situación hace que se generen algunas inquietudes sobre la eficacia de las prácticas de laboratorio en el contexto de su aplicación.

¿En la práctica de laboratorio el estudiante pudo afianzar sus conocimientos?

¿El acompañamiento realizado por el profesor fue suficiente para lograr que el estudiante solucione las inquietudes generadas durante la práctica?

¿El tiempo estipulado para la realización de la práctica de laboratorio es suficiente que el estudiante pueda desarrollarla?

¿El tiempo de entrega de los resultados de evaluación de las prácticas de laboratorio es adecuado para realimentar el proceso de aprendizaje del estudiante?

¿Los materiales de fundamentación son adecuados para soportar las prácticas de laboratorio?

Para lograr la integración de los componentes de fundamentación con un sistema de gestión de prácticas virtuales de laboratorio de programación (VPL) se requiere la definición de un modelo conceptual y el establecimiento de una metodología que permita al estudiante el aprovechamiento de los recursos didácticos, las herramientas tecnológicas y el apoyo del docente para realizar el diseño y desarrollo de programas en línea. Adicionalmente, el docente obtiene nuevas herramientas para acompañar y seguir el proceso de aprendizaje de los estudiantes de modo que puede actuar con rapidez sobre los planteamientos que el estudiante sigue a medida que se enfrenta a las diferentes etapas para solución de problemas. En la investigación realizada, se establece un modelo conceptual que soporta la creación de un entorno virtual de aprendizaje para la realización de prácticas virtuales de laboratorio y se analizan los resultados de una prueba piloto con estudiantes que reciben un primer curso de formación en programación de computadores.

### **Estado del arte**

En la revisión de proyectos de investigación a nivel mundial en el campo de utilización de entornos virtuales de enseñanza – aprendizaje de fundamentos de programación complementados en la realización de laboratorios virtuales, se encuentran las siguientes referencias:

En la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) se presenta en 2002 una experiencia de diseño y desarrollo de un curso de programación que incluye herramientas que permiten mejorar el proceso de realización de prácticas de programación mediante la realización de laboratorios virtuales de programación y herramientas para la corrección automática de programas y para la simulación de algoritmos (Marco, 2002). El entorno de trabajo está conformado por un aula virtual de teoría y un aula virtual para el laboratorio con la herramienta de corrección SICAP que permite mostrar a los estudiantes los resultados de sus ejercicios con rapidez y facilita la labor de establecer las recomendaciones de estudio.

En 2003 se presenta una experiencia de la Universidad de Rutgers sobre la aplicación de un sistema de calificación automática de tareas programadas (Morris, 2003) en el que se describe el proceso de desarrollo general de una asignación, el uso del sistema en la calificación de los envíos de los estudiantes, los tipos de errores más frecuentes del estudiante que afectan la precisión del proceso de calificación y la estructura misma del sistema.

En Queensland University of Technology se utiliza un sistema interactivo basado en web para la enseñanza de programación java (Truong, 2003) que permite a los estudiantes aprender y desarrollar sus habilidades para resolver problemas sin la necesidad de familiarizarse con una herramienta de desarrollo. En el sistema confluyen materiales de fundamentación con ejercicios que pueden ser desarrollados de forma parcial por el estudiante (llenando espacios en blanco sobre una plantilla web).

En la Universidad de Hong Kong (CityU) se implementó el sistema PASS (Choy, 2007) que permite a los estudiantes el envío del código fuente de los programas y posteriormente ejecuta el programa con casos de prueba predefinidos (por el tutor), y devuelve los resultados de ejecución. El estudiante obtiene una respuesta instantánea que indica si la solución es correcta (con respecto a los casos de prueba predefinidos). Cuando la solución es incorrecta, el sistema indica al estudiante la posición de salida en que se establece la diferencia y ofrece la posibilidad de depuración (Lam, 2008).

A partir de la implementación del sistema PASS se realizaron varias experiencias de creación de cursos en la modalidad de aprendizaje mixto que permitieron establecer varios canales para el proceso de enseñanza aprendizaje (Wang, 2007): presentación de materiales del curso cara a cara, tutoría cara a cara, materiales complementarios a través del e-learning, clínica de tutoría (apoyada por estudiantes en forma presencial y virtual) que proporciona consultas a los estudiantes, sistema de práctica para los estudiantes.

En Taiwan se implementa el sistema WPAS (Hwang, 2008) conformado por una herramienta para codificación en línea y una herramienta de anotación para permitir la escritura de comentarios y sugerencias a los programas enviados por otros estudiantes. El sistema se soporta en cinco tipos de actividades: prueba de conceptos, llenado de espacios

en blanco de programas, depuración de programas, codificación para resolver problemas y evaluación por pares. Las actividades responden a los niveles de desarrollo cognitivo en la taxonomía de Bloom: evaluación, síntesis, análisis, aplicación, el conocimiento y la comprensión.

En 2010 se presenta VPL (Virtual Programming Lab), que permite la edición de código fuente y la ejecución y depuración remota de programas en forma interactiva desde un navegador web. La herramienta adicionalmente permite ejecución de pruebas para revisar los programas enviados por los estudiantes y el análisis de similitudes entre prácticas para el control del plagio (Rodríguez, 2010).

En Colombia se han realizado varios proyectos que se relacionan con el objetivo de esta investigación. Al respecto de la enseñanza de programación con apoyo en ambientes virtuales de aprendizaje, el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes realiza el proyecto CUP12 (Villalobos, 2005), cuyo objeto principal está en la búsqueda de nuevas formas de enseñar a programar y se centra en tres objetivos principales: identificar los factores que dificultan la enseñanza de la programación, definir un marco conceptual que soporte la enseñanza de la programación, desarrollar cursos de programación que incorporen el modelo. En el proyecto realizado se desarrollaron gran cantidad de materiales didácticos que se encuentran disponibles a través de un ambiente virtual de aprendizaje.

En la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, se desarrolló un ambiente virtual de aprendizaje SÁBATO para la enseñanza de la asignatura algoritmos y programación en ingeniería (Jimenez, 2008). El ambiente se fundamenta en el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo como base en el establecimiento de una metodología de enseñanza – aprendizaje que contempla los siguientes elementos: planteamiento de problemas, discusiones grupales, investigación individual, reporte final y exposición magistral.

En la Universidad Autónoma de Bucaramanga, se desarrolló un proyecto de implementación de un ambiente virtual de aprendizaje de apoyo a la enseñanza de la programación orientada a objetos (Angarita, 2010) que contempla el uso de objetos de aprendizaje conformados por material didáctico multimedial, actividades de aprendizaje con ejercicios prácticos, dos test aplicados al inicio y final de cada uno de los momentos en que se divide el aprendizaje.

### **Descripción de la experiencia**

De acuerdo con el planteamiento de los objetivos y el plan de trabajo desarrollado para la realización del presente proyecto, se inició con la etapa de revisión del estado del arte con el propósito de conocer los desarrollos que se han tenido en el campo de la utilización de entornos virtuales de aprendizaje para la enseñanza de programación de computadores. La

diversidad de proyectos en este tema llevó a la necesidad de especializar la búsqueda de información en dos líneas concretas: avances en el desarrollo de ambientes virtuales para la enseñanza de la programación, y avances en creación de herramientas web para la realización de prácticas de laboratorio de programación. Como resultado se pudo ubicar proyectos de investigación y ponencias enfocadas en el establecimiento de estrategias pedagógicas que cambian la forma en que se da el proceso de enseñanza aprendizaje, así como proyectos centrados en el desarrollo de sistemas para la realización de prácticas de laboratorio de programación, que permiten la codificación, compilación, prueba y depuración de ejercicios realizados por los estudiantes con posibilidad de seguimiento, realimentación y evaluación por parte del profesor.

Dadas las necesidades de establecer un marco de referencia en relación con las metodologías pedagógicas utilizadas en la enseñanza de programación de computadores, se hizo necesario incluir una tercera línea en la búsqueda de información: metodología para enseñanza de la programación. Al respecto se encuentran varias líneas de acuerdo con la forma en que se aborda el tema: grado de formalismo con que se desarrolla un curso de programación (no formal, semiformal y formal), paradigma de aprendizaje utilizado (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo). En la revisión se encontró que muchos estudios se basan adicionalmente en los problemas que experimentan los estudiantes con relación al diseño de programas, complejidad algorítmica, la fragilidad de los conocimientos que adquieren.

En la caracterización de las metodologías de enseñanza tradicional en programación de computadores se encontraron algunas fuentes bibliográficas que se preocupaban principalmente por definir el paradigma de programación a enseñar y el enfoque enseñanza de la programación utilizar. A partir de esto definen una estructura con los temas a abordar de modo que se incluyan todos los aspectos representativos del paradigma de programación. Para complementar esta información se acudió la realización de entrevistas con docentes de la Universidad Santo Tomás y la Universidad Distrital con el propósito de conocer las estrategias metodológicas establecidas para el desarrollo de los cursos de fundamentos de programación.

Dados los objetivos del proyecto de investigación, se realizaron entrevistas con los docentes para conocer las estrategias metodológicas que siguen en la realización de prácticas de laboratorio, los mecanismos de seguimiento y las estrategias de acompañamiento de apoyo al estudiante. De igual forma se revisaron las metodologías utilizadas para el desarrollo de prácticas en escenarios virtuales.

Una vez documentadas las estrategias metodológicas se procedió al análisis del concepto “laboratorio virtual” y la forma en que están estructurados los sistemas de gestión de prácticas en las ponencias y proyectos de investigación encontrados al respecto del tema. En cada proyecto se encontraron elementos que se han ido sumando para hacer de las

prácticas virtuales un escenario en el cual se mejore el aprendizaje de los estudiantes no sólo en lenguajes de programación sino también en metodologías y estrategias para solucionar problemas.

Con el propósito de conocer la opinión de los estudiantes alrededor del desarrollo de prácticas de laboratorio, se realizó una encuesta con preguntas sobre varios aspectos relacionados con la realización de prácticas de laboratorio, que permitieron obtener mayor claridad alrededor de las metodologías y recursos utilizados.

Paralelo a este trabajo, se inició el proceso de instalación y configuración del servicio VPL al interior del sistema de administración de aprendizaje moodle, que una vez concluido posibilitó la realización de varias pruebas para revisar el correcto funcionamiento de los diferentes componentes del sistema así como en las operaciones de compilación, ejecución, depuración y evaluación de programas desarrollados.

Con base en los resultados de las pruebas realizadas y los análisis sobre estrategias metodológicas, gestión de prácticas virtuales y encuesta a los estudiantes, se procedió a la formalización del modelo conceptual para el desarrollo de prácticas de laboratorio y al diseño y desarrollo de un aula virtual que permitiera su realización.

Finalmente se procedió a la realización de una prueba piloto con un grupo de estudiantes, a la realización de una encuesta para evaluar la experiencia con el aula y al correspondiente análisis de resultados.

## **Resultados alcanzados**

### **1. Modelo conceptual para la realización de prácticas virtuales de laboratorio**

El modelo propuesto para la realización de prácticas virtuales de laboratorio en el área de programación de computadores se sustenta en cinco elementos que integrados permiten un aprovechamiento de las TIC en el mejoramiento del proceso de aprendizaje del estudiante: modelo pedagógico, materiales didácticos, entorno de comunicación, recursos tecnológicos, metodología de trabajo.

#### **Modelo pedagógico**

El modelo conceptual se fundamenta en la filosofía constructivista y en el aprendizaje basado en problemas, entendiendo el aprendizaje que se da a lo largo de la práctica como un proceso cognitivo interno del estudiante, en el que se construyen estructuras mentales que permiten establecer relaciones solidas entre los conocimientos que se requieren para analizar problemas, planear estrategias de solución, diseñar algoritmos y desarrollar programas que los solucionen.

Los problemas formulados se ubican en contextos reales y corresponden a situaciones con aspectos de interés para el estudiante, que presentan algunas dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes. En el desarrollo de la práctica de laboratorio el estudiante se familiariza con los conocimientos propios del entorno del problema, establece relaciones entre estos y los fundamentos de programación necesarios para resolverlo, reflexiona sobre los conocimientos tratados en clase teórica, los pone a prueba, practica y transforma sus saberes previos a través de la interacción con los nuevos conocimientos, con el profesor y sus compañeros.

En la realización de las prácticas virtuales el profesor se convierte en facilitador y supervisor del proceso de aprendizaje del estudiante, animándolo para cumplir con los propósitos de las prácticas y haciendo seguimiento periódicamente (y aportes en caso de ser necesario) a la implementación de los programas.

#### Materiales didácticos

Como parte del laboratorio virtual es necesario disponer de un conjunto de materiales de fundamentación teórica, ejemplos desarrollados y demostraciones multimedia. Los materiales de fundamentación presentan los conceptos principales sobre la metodología de programación estructurada y modular, y sobre elementos que se deben tener presentes en el diseño e implementación de programas. Los ejemplos desarrollados inician por el planteamiento del problema, la presentación del análisis detallado, la implementación de la solución en diagrama de flujo o lenguaje C++, y una demostración de la ejecución.

#### Entorno de comunicación

En la realización de prácticas de laboratorio virtual es necesario recordar que el estudiante puede estar inmerso en la realización de prácticas de laboratorio como parte de una actividad presencial, o se puede presentar que la práctica se desarrolle como parte de su trabajo independiente (no presencial). La comunicación e interacción entre el profesor con sus estudiantes en clase presencial es inherente a la ubicación en un mismo espacio físico, pero la realización de prácticas fuera del laboratorio requiere la adopción de medios de comunicación adecuados para garantizar la interacción fluida entre estos. Para este contexto las prácticas deben acompañarse con la utilización de foros que posibiliten la comunicación grupal con el fin de orientar a todo el grupo, o la comunicación individual para hacer acompañamiento personalizado.

#### Recursos tecnológicos

El entorno tecnológico para la realización de las prácticas de laboratorio se suministra a través de la unión de cuatro elementos integrados al interior de un aula virtual de una plataforma LMS: lección, wiki, módulo VPL y foro. Los módulos mencionados permiten la

presentación de los materiales didácticos, la realización de la práctica de laboratorio, y la comunicación virtual entre los estudiantes y el profesor.

### Metodología de trabajo

Para la realización de la práctica de laboratorio se formuló una metodología de trabajo conformada por tres momentos diferentes que implican los siguientes elementos:

#### Momento 1. Pre-práctica

Previo al inicio de la práctica de laboratorio, el estudiante ingresa al aula virtual para revisar los objetivos específicos de la práctica y consultar los materiales de fundamentación teórica, los ejemplos desarrollados y las demostraciones existentes, con el fin de reforzar los temas presentados en clase presencial.

#### Momento 2. Inicio de la práctica

El estudiante ingresa al espacio de práctica, revisa los objetivos del ejercicio, el planteamiento del problema, e inicia su actividad elaborando el análisis del problema ingresando al espacio de análisis (módulo de wiki). Una vez definidos los elementos principales de este análisis, ingresa al entorno de desarrollo para realizar la codificación y prueba del programa (módulo VPL).

En caso de necesitar apoyo del docente, ingresa al espacio de apoyo docente (módulo de foro) y formula las inquietudes que tiene si está en fuera de clase, o hace las preguntas correspondientes en la sesión presencial.

#### Momento 3. Acompañamiento en el desarrollo de la práctica

El estudiante revisa las observaciones del profesor que se generan como resultado de las preguntas formuladas o como aporte de este al realizar seguimiento a la labor del estudiante, y a partir de estas continua con la elaboración de su programa realizando ajustes y mejoras en caso de ser necesario.

En el lapso de tiempo asignado para la realización de la práctica, el estudiante revisa en forma periódica el espacio de apoyo docente para conocer las observaciones realizadas por el profesor y continuar con el desarrollo de su programa. Posterior al cierre de la práctica, el estudiante ingresa al entorno de desarrollo para conocer el concepto del profesor sobre el trabajo desarrollado y el resultado final de la evaluación.

Para el desarrollo de los tres momentos, el profesor debe participar activamente en el acompañamiento al estudiante siguiendo su actividad en todos los espacios que conforman la práctica, de modo que se garantice la respuesta oportuna a las preguntas que formulan, o se pueda dar el apoyo a partir de las evidencias encontradas de la labor desarrollada por cada estudiante.



## 2. Diseño de la interfaz para realización de prácticas virtuales de laboratorio

Para la interfaz de trabajo se implementó un aula virtual en la plataforma LMS moodle con modificaciones en su estructura habitual, que permite al usuario mejorar la experiencia de navegación y centrar la atención en la realización de la actividad de práctica de laboratorio. La interfaz se soporta en la estructura de temas por pestañas que permite organizar la visualización para navegar en forma independiente por cada práctica.

En el escenario de prácticas se presenta inicialmente los objetivos que se desean alcanzar, la metodología a seguir, el acceso al material de fundamentación, los ejemplos desarrollados. A continuación se muestra el enunciado del problema, y se da acceso a los espacios para realizar análisis de problemas, compilador C++ y acompañamiento docente.

## 3. Prueba piloto

Para la realización de una prueba del aula virtual desarrollada, se trabajó con un grupo de estudiantes que están cursando la asignatura de lógica de programación.

Durante la realización de la práctica, los estudiantes siguieron la metodología propuesta y lograron resolver los ejercicios formulados mediante la edición, compilación, y prueba de los programas que desarrollaron. Paralelamente el docente hizo seguimiento y acompañamiento, de acuerdo con las evidencias del trabajo realizado por cada estudiante en las etapas de análisis, diseño y desarrollo.

## 4. Observaciones sobre la realización de la prueba piloto

En el desarrollo de la práctica se encontró que los estudiantes se centraron particularmente en la implementación del programa a través del compilador integrado en el módulo VPL, dejando de lado la etapa de análisis. Esta situación se evidenció aún más al hacer seguimiento de los análisis enviados por los estudiantes y revisar los resultados de la encuesta aplicada con posterioridad a la prueba piloto. En la revisión de los análisis enviados se encontró que todos los estudiantes utilizaron el editor de código y la mayoría pudieron ejecutar los programas o probarlos contra los casos preestablecidos, pero solo unos pocos estudiantes completaron en forma adecuada el formato de análisis. En la encuesta se encontró que el 100% de los estudiantes utilizó el editor de código, el 92.3% pudo ejecutar los programas implementados y el 80.8% pudo evaluar sus programas con los casos preestablecidos. Sin embargo, solo el 73.1% utilizó el espacio para registrar el análisis. Los resultados obtenidos revelan la poca disposición de los estudiantes por realizar el análisis de problemas.

En relación al uso del espacio de acompañamiento docente, se encontró un nivel de utilización medio, pero que en comparación con la utilización de espacios de comunicación en cursos anteriores, fue significativamente mayor y fue bien aprovechado para superar las dificultades. En la encuesta se encontró que el 57.7% de los estudiantes utilizó el espacio de

acompañamiento docente. Al revisar la evolución de los programas de los estudiantes que enviaron sus preguntas al foro, se encontró que en la mayoría de los casos la respuesta dada por el profesor permitió solucionar los problemas e hizo posible que se continuara con la implementación.

### **Conclusiones y recomendaciones**

La realización de actividades de práctica de laboratorio soportadas en el modelo propuesto en este proyecto permite que el estudiante pueda dedicar el tiempo necesario a cada una de las principales etapas que se integran en la solución de problemas (análisis de problemas, diseño e implementación de programas), sin verse sometido a las limitaciones propias del tiempo establecido para una sesión de clase presencial. La metodología establecida permite que el estudiante avance a su propio ritmo y se comunique con el profesor cuando le sea necesario, ya sea en el tiempo de clase presencial o en su tiempo de trabajo independiente.

Con base en las características del modelo propuesto, se abren las puertas para desarrollar prácticas de laboratorio con nivel de complejidad alto, y a pesar del tiempo que estas requieran, se puedan realizar sin limitaciones para el estudiante y sin falta de información sobre la evolución del trabajo para los profesores. El módulo de prácticas de laboratorio permite al profesor conocer el avance que los estudiantes van teniendo en la implementación de sus programas tanto en la sesión presencial como en su tiempo independiente.

El uso de los espacios para elaborar el análisis de problema y el acompañamiento docente debe fomentarse permanentemente tanto en las sesiones presenciales como en la interacción que se tenga a través del aula virtual. El éxito del modelo propuesto depende del aprovechamiento de todos los componentes que se integran en la práctica de laboratorio. Si un estudiante utiliza solamente el compilador C++, se le presentan problemas para implementar correctamente su programa y no acude al espacio de acompañamiento docente, perderá la oportunidad de recibir ayuda por medios virtuales y se verá limitado al acompañamiento que el profesor le pueda dar en las sesiones presenciales con la consecuente demora en la realimentación. Igualmente la interacción con el docente será difícil por medios virtuales si el estudiante no ha implementado previamente el análisis del problema.

Una característica destacable del módulo VPL está en las posibilidades de aprovechamiento del historial de entregas de cada estudiante, para hacer un seguimiento a la forma en que se avanza en la implementación de la solución al problema. A partir de las evidencias encontradas en cada entrega, el profesor crea una mejor visión sobre la forma en la que cada estudiante afronta la etapa de implementación y puede hacer realimentaciones más efectivas y centradas en las necesidades reales del estudiante.

En general los estudiantes tuvieron buena aceptación del nuevo escenario para realizar prácticas de laboratorio y de la metodología de trabajo propuesta. Los estudiantes manifestaron su interés por continuar realizando las prácticas de laboratorio a través del escenario desarrollado y de aprovechar de mejor forma los componentes que se integran para realizar las prácticas.

### **Referencias Bibliográficas**

Angarita Cala Adriana Maritza. Ambiente Virtual de Aprendizaje de Apoyo a la Enseñanza de la Programación Orientada a Objetos. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, 2010

Bohórquez Chacón L., Amaya Torrado Y. Diseño de un modelo pedagógico para la enseñanza de fundamentos de programación de computadores basado en el uso de la tecnología como mediación pedagógica. En: Revista Respuestas. Universidad Francisco de pula Santander. Año 10 No.1 (Jul, 2005). p. 30-37. ISSN 0122820X

Chan A. Cao J. Liu C. VPL: An Online Distance Learning Platform for Virtual Programming Laboratory. En: International Journal of Computer Processing of Oriental Languages. Vol. 17, No. 1 (2004). p. 41–59. ISSN: 2010-0205

Choy M., Lam S., Poon CK, Wang FL, Yu YT, Yuen L. Towards Blended Learning of Computer Programming Supported by an Automated System. En: Blended Learning. Workshop on Blended Learning 2007, Edinburgh, United Kingdom, 2007. p. 9-18

Dijkstra Edsger, Feijen W. Method of Programming, Academic Service, 1984

Dijkstra Edsger. On the cruelty of really teaching computing science. En: A debate on teaching computer science. , P. Denning, Comm. ACM, Volumen 32, Número 12, 1989.

Ferreira Szpiniak Ariel, Rojo Guillermo. Enseñanza de la programación. En: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Volumen 1, Número 1, Diciembre 2006.

García Molina Jesús. Un enfoque semiformal para la introducción a la programación. X Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria en Informática. Jenui 2004.

Hwang Wu-Yuin, Wang Chin-Yu, Hwang Gwo-Jen, Huang Yueh-Min, Huang Susan. A web-based programming learning environment to support cognitive development. En: Interacting with Computers. Volumen 20, Edición 6, Diciembre 2008, p. 524-534

Jiménez Builes Jovani Alberto, Pavony Meneses Mauricio Andrés, Álvarez Serna Andrés Felipe. Entorno de integración de PBL y CSCL para la enseñanza de algoritmos y programación en ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2008

Lam M., Chan E., Lee V., Yu Y. Designing an Automatic Debugging Assistant for Improving the Learning of Computer Programming. En: Hybrid Learning and Education. First International Conference, ICHL 2008, Hong Kong, China, 2008. p 359-370

Marco Galindo Ma. Jesús, Prieto Blázquez Josep. Necesidades específicas para la docencia de programación en un entorno virtual. Actas de las VIII Jornadas de Enseñanza universitaria de la Informática. Jenui 2002

Morris D.S. Automatic grading of student's programming assignments: an interactive process and suite of programs. Frontiers in Education, 2003. FIE 2003. 33rd Annual. 2003. S3F-1-6 vol.3.

Nuutila Esko, Torma Seppo, Malmi Lauri. PBL and Computer Programming Seven steps method. En: Computer Science Education. Volumen 15, Número 2. Junio 2005. p 123-142

Peredo Valderrama R., Caravantes Ramírez J. C., Canales Cruz A. Laboratorio Virtual de Programación Java basado en el paradigma de Educación Basada en Web. En: Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática. Volumen 6, Número 2 (2009). p. 71-78. ISSN: 1690-8627

Prieto Blázquez Josep, Herrera-Joancomartí Jordi. A Virtual Laboratory Structure for Developing Programming Labs. Open University of Catalonia, 2008

Rodríguez del Pino Juan Carlos, Hernández Figueroa Zenón, Rubio Royo Enrique. VPL: Laboratorio Virtual de Programación para Moodle. XVI Jornadas de Enseñanza universitaria de la Informática. Jenui, 2010

Truong N., Bancroft P., Roe P. A web based environment for learning to program. Australian Computer Society, Inc., 2003.

Vásquez C., Enoch A. Algoritmia: Una propuesta de apoyo para la enseñanza y aprendizaje inicial de la programación. Universidad de los Andes. Venezuela, 2006

Villalobos Jorge, Casallas Rubby, Marcos Katalina. El Reto de Diseñar un Primer Curso de Programación de Computadores. XIII Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación, Cali, 2005

Villalobos Jorge, Vela Milena. CUIP2-An Active Learning and Problem Based Learning Approach to Teaching Programming. 8th ALE International Workshop, Bogotá, Colombia, 2008

Wang F.L., Fong J., Choy M. Blended Learning for Programming Courses A Case Study of Outcome Based Teaching & Learning. En: Blended Learning. Workshop on Blended Learning 2007, Edinburgh, United Kingdom, 2007. p. 30-41

Wang F.L., Wong T. Designing Programming Exercises with Computer Assisted Instruction. En: Hybrid Learning and Education. First International Conference, ICHL 2008, Hong Kong, China, 2008. p 283-293