

Convenio Específico entre el Tecnológico de Costa Rica y la Fundación Omar Dengo para la ejecución del proyecto “Metodología para el reconocimiento automático de patrones del pensamiento computacional en estudiantes de la educación general básica para mejorar los procesos de gestión”

Entre nosotros, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, en adelante denominado como “ITCR”, con cédula jurídica número 4-000-042145, representado por el señor **LUIS PAULINO MENDEZ BADILLA**, mayor de edad, casado, ingeniero electrónico, vecino de Cartago, con cédula de identidad número 1-0499-0080, en su condición de Rector, según Asamblea Plebiscitaria del día 13 de junio de 2019, publicada en La Gaceta número 121 del 28 de junio del mismo año y la **Fundación Omar Dengo**, denominada en lo sucesivo “FOD”, con cédula jurídica número 3-006-84760, representada por la señora **LEDA MILENA MUÑOZ GARCÍA**, mayor, divorciada, Doctora en Nutrición Humana, vecina de Escazú, Costa Rica, con cédula de identidad número 900760879, actuando en su condición de Directora Ejecutiva y Apoderada Especial con plena capacidad legal para formalizar el presente acto, de conformidad con lo establecido en el artículo mil doscientos cincuenta y seis del Código Civil de la República de Costa Rica; y que en conjunto se les denominará las PARTES, convienen en celebrar el presente Convenio Específico de colaboración entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Fundación Omar Dengo para la ejecución del proyecto “Metodología para el reconocimiento automático de patrones del Pensamiento Computacional en estudiantes de la educación general básica para mejorar los procesos de gestión”, de acuerdo a las siguientes antecedentes y cláusulas,

ANTECEDENTES

- 1) Las PARTES acordaron un “Convenio Marco de Colaboración entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Fundación Omar Dengo” (en adelante denominado “Convenio Marco”) firmado el veinticinco de mayo de mil novecientos noventa y nueve, el cual se encuentra vigente.
- 2) La cláusula primera del Convenio Marco determina como objetivo establecer las bases para una cooperación recíproca entre las PARTES mediante la realización de actividades de interés común como proyectos de investigación conjunta, intercambio de información y otras que sean pertinentes y de interés para ambas instituciones.
- 3) La cláusula segunda del Convenio Marco establece que las PARTES se comprometen a la realización de actividades en los campos de la docencia, la investigación, y la extensión social dentro de las áreas fijadas de común acuerdo.
- 4) La cláusula tercera del Convenio Marco establece que las PARTES fomentarán el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación científica y tecnológica, así como todo tipo de colaboración en la materia.
- 5) La cláusula cuarta del Convenio Marco establece que ambas PARTES se proponen fomentar el intercambio recíproco de información, sobre temas de

investigación, publicaciones y otros materiales de apoyo a la investigación y la docencia.

- 6) La cláusula quinta del Convenio Marco establece que para la ejecución de actividades, programas y proyectos las PARTES deberán firmar una carta de intenciones específica, en la que se detallarán las actividades a realizar, lugar de ejecución, unidades ejecutoras responsables, participantes, duración, programa y los recursos necesarios para su realización, así como su forma de financiamiento.
- 7) La cláusula séptima del Convenio Marco establece que la titularidad de la propiedad intelectual que surja al amparo del convenio deberá ser regulada en contratos al efecto, comprometiéndose las PARTES a disponer de esa propiedad únicamente en los términos de dichos contratos.
- 8) Desde el año 2011 la Unidad de Evaluación de la FOD viene desarrollando instrumentos psicométricos para evaluar conocimientos, habilidades y disposiciones de los estudiantes de sexto, séptimo y noveno año resultantes de su participación en las propuestas educativas de Laboratorios de Informática Educativa (LIE).
- 9) Entre el 2017 y el 2018, con el apoyo del Dr. Alberto Cañas, se gesta en la FOD la iniciativa de desarrollar herramientas automatizadas para el análisis del código de programación producido por los estudiantes participantes de LIE, con el fin de evaluar el progreso del aprendizaje de conceptos y habilidades de programación.
- 10) En el año 2019 la FOD acogió la práctica profesional de una estudiante de la carrera de Ingeniería en Computación del ITCR para iniciar el desarrollo de un lenguaje genérico de programación que sirviera de base para montar una herramienta para evaluar las habilidades de programación de estudiantes entre 11 y 15 años, beneficiados por la propuesta educativa de LIE.
- 11) En el año 2019 el equipo de la Unidad de Evaluación de la FOD participó de un taller con la Dra. Carol Myford, especialista norteamericana en evaluación, con el fin de apoyar sus labores de desarrollo de instrumentos de evaluación estandarizada del desempeño mediante evidencias de proceso y de producto.
- 12) En el año 2016 el ITCR aprobó el proyecto de investigación “Diseño de métodos de analítica visual (AV) en el contexto de Big Data para apoyar el proceso de desarrollo y mantenimiento de software (AVIB)”.
- 13) Como parte del desarrollo del proyecto AVIB los investigadores asociados al mismo y varios estudiantes de maestría diseñaron e implementaron un método para la transformación de código fuente usando un árbol de sintaxis generalizado.
- 14) Durante el desarrollo del proyecto AVIB los investigadores y estudiantes han desarrollado habilidades avanzadas para el análisis del código fuente de programas de computación.
- 15) El método desarrollado en el proyecto AVIB será utilizado para facilitar el desarrollo del proyecto “Metodología para el reconocimiento automático de

patrones del Pensamiento Computacional en estudiantes de la educación general básica para mejorar los procesos de gestión”.

CLAÚSULAS:

PRIMERA. DEL OBJETO: El objeto del presente **Convenio Específico** es establecer las bases para la ejecución de un proyecto de investigación conjunta entre el ITCR y la FOD. Este proyecto tiene por fin proponer métodos de análisis y evaluación avanzada de grandes bases de código fuente para apoyar acciones de análisis orientadas a mejorar la gestión de los programas de enseñanza de pensamiento computacional (PC) tanto en el ámbito nacional como internacional. Los nuevos métodos que sean propuestos durante el desarrollo de este proyecto de investigación serán validados usando la gran base de código fuente del Programa Nacional de Informática Educativa del Ministerio de Educación Pública-Fundación Omar Dengo (PRONIE MEP-FOD).

El proyecto busca proponer métodos que contemplen el uso de análisis sintáctico, análisis semántico, aprendizaje automático (“machine learning”), teoría matemática de lenguajes de programación y visualización de información para efectuar la evaluación de grandes cantidades de ejercicios de programación. El objetivo final es beneficiar a los estudiantes costarricenses, la sociedad en general, y servir como referente internacional.

SEGUNDA. OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN. El objetivo general de la investigación es definir una metodología de análisis avanzado para estudiar la relación entre los objetivos de aprendizaje y las habilidades de Pensamiento Computacional tomando en cuenta las experiencias de aprendizaje que han desarrollado los estudiantes a lo largo de un período de tiempo y en diferentes regiones del país, usando como referencia el código fuente generado por los estudiantes.

TERCERA. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN. Los objetivos específicos de la investigación son:

1. Efectuar un estudio con colaboradores del programa PRONIE MEP-FOD para determinar los requerimientos y efectuar el análisis de las bases de código de los ejercicios realizados por los estudiantes de primaria y secundaria con el fin de mejorar la gestión del desarrollo del Pensamiento Computacional en los estudiantes.
2. Identificar y estudiar las herramientas existentes para efectuar la evaluación automática de los ejercicios de programación tomando como referencia la base de código de los estudiantes.
3. Diseñar una metodología para efectuar el análisis avanzado de código tomando en cuenta la experiencia y requerimientos de los profesores y colaboradores del

PRONIE MEP-FOD, y las herramientas referidas en el punto 2.

4. Diseñar un *framework* para la evaluación automática del código fuente de los ejercicios de programación tomando como base la relación entre los objetivos de aprendizaje y las habilidades de PC evidenciadas en los ejercicios de programación realizados por los estudiantes.
5. Efectuar un caso de estudio que evidencie las relaciones entre los ejercicios, estudiantes, profesores, regiones educativas y centro de estudios, y que permita la identificación de patrones para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de PC.

CUARTA. COMPROMISOS DE LAS PARTES.

A. Compromisos del ITCR:

1. Estudiar métodos y técnicas publicadas en artículos científicos para el análisis y evaluación automática de código fuente de programas de computación.
2. Estudiar y analizar la base de datos aportada por la FOD con ejercicios desarrollados por los estudiantes de sexto, séptimo, octavo y noveno año que participan en la iniciativa.
3. Proponer métodos para efectuar el análisis y la evaluación automática de los ejercicios desarrollados por los estudiantes de tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo y noveno año que participan en esta.
4. Implementar pruebas de concepto para validar los métodos propuestos.
5. El ITCR facilitará para el desarrollo del proyecto y de forma posterior a su conclusión una licencia gratuita del método de transformación de código denominado GAST, el cual no podrá ser modificado excepto si el ITCR otorga una autorización expresa para ello. Esta licencia podrá ser utilizada de forma perpetua en los servidores de la FOD, pero no podrá transferirla a terceros ni comercializarla.

B. Compromisos de la FOD:

1. Aportar la información necesaria sobre la propuesta educativa de LIE++, incluyendo la base de datos de ejercicios desarrollados por los estudiantes de tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo y noveno año que participan en ésta.
2. Facilitar salas de reunión para albergar el trabajo del equipo de investigación.
3. Facilitar acceso al personal del ITCR a los laboratorios de informática educativa de los centros educativos beneficiados por el PRONIE, con el fin de que puedan observar el funcionamiento de la propuesta educativa de LIE++.
4. La FOD facilitará para el desarrollo del proyecto y de forma posterior a su conclusión una licencia gratuita del lenguaje denominado como LIE++, el cual no podrá ser modificado excepto si la FOD otorga una autorización expresa para ello. Esta licencia podrá ser utilizada de forma perpetua por

el ITCR para efectos de investigación, pero no podrá transferirla a terceros ni comercializarla.

5. La FOD aportará el financiamiento indicado en la cláusula SEPTIMA para el financiamiento de estudiantes que realicen pasantías y asistencias para contribuir al desarrollo del proyecto.

C. Compromisos de ambas PARTES.

1. Designar personal para que trabaje activamente en la investigación de acuerdo con sus ámbitos de competencia.
2. Realizar publicaciones conjuntas para difundir aspectos de interés de la investigación a la comunidad informática y educativa nacional e internacional.
3. Designar personal para que participe periódicamente en reuniones del equipo de trabajo del proyecto conformado por investigadores de la FOD y el ITCR.

QUINTA: PRODUCTOS FINALES Y ENTREGABLES. De conformidad con el objetivo general y objetivos específicos descritos en las cláusulas Segunda y Tercera los productos de este proyecto serán:

1. Un conjunto de propuestas de métodos para el análisis y evaluación avanzada de grandes bases de código de ejercicios desarrollados por los estudiantes de tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo y noveno año.
2. Implementación de varias pruebas de concepto para validar los métodos propuestos usando los ejercicios desarrollados por los estudiantes de tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo y noveno año.
3. Desarrollo de un caso de estudio exhaustivo utilizando los métodos propuestos y los ejercicios desarrollados por los estudiantes de tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo y noveno año.
4. Efectuar al menos tres publicaciones en actas (“proceedings”) de conferencias y revistas de informática y educación de alto nivel con los resultados de la investigación, reconociendo siempre el aporte de las partes.

SEXTA. PLAZO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN. El plazo para la ejecución del proyecto es de tres años a partir del 1 de enero, 2020 (hasta el 31 de diciembre, 2022) y se ejecutará de acuerdo con los siguientes objetivos y cronograma.

| Objetivo Específico | Actividades |
|---|--|
| OE1 - Efectuar un estudio con educadores, administradores de centros educativos y el programa PRONIE MEP-FOD para determinar los requerimientos para efectuar la | OE1-A1 – Diseño del instrumento para entrevistar a profesores y administradores educativos. |
| | OE1-A2 - Entrevistas con profesores y administradores educativos. |
| | OE1-A3 - Discusión y análisis de los requerimientos con los miembros del equipo de investigación y la |

| Objetivo Específico | Actividades |
|---|--|
| gestión de los programas de Pensamiento Computacional. | participación de varios profesores y administradores educativos. OE1-A4 - Elaboración del informe técnico con el análisis de los requerimientos. |
| OE2 - Identificar y comparar las herramientas que utilizan algunas instituciones educativas para efectuar la evaluación automática ejercicios de programación. | OE2-A1 - Diseño de un instrumento para realizar la comparación y evaluación de herramientas y métodos de análisis de código utilizados. OE2-A2 - Elaboración de la evaluación y comparación de herramientas y métodos de análisis de código utilizados. OE2-A3 – Análisis de la evaluación y comparación de herramientas y métodos de análisis de código utilizados. OE2-A4 - Preparación de informe técnico con los resultados del análisis. |
| OE3 - Diseñar una metodología para efectuar el análisis avanzado de código a partir de los requerimientos de los profesores y administradores educativos, y los datos disponibles, de acuerdo con las herramientas y métodos que fueron evaluados que se utilizan en las diferentes fases del ciclo de vida de los sistemas. | OE3-A1 - Identificación de requerimientos y creación de los métodos que conformaran la metodología para el análisis avanzado de código. OE3-A2 – Programación de varios métodos de análisis de código para validar la metodología. OE3-A3 – Realización de pruebas de la metodología planteada con el fin de efectuar su validación. |
| OE4 - Diseñar un framework para la evaluación automática del código fuente de los ejercicios de programación y efectuar la correlación entre los objetivos los objetivos de aprendizaje y las habilidades de PC usando como base la metodología del objetivo. | OE4-A1 – Identificación de requerimientos y análisis de métodos para el planteamiento de un framework de análisis para la detección de clones de código y métricas de software. OE4-A2 – Definición de los métodos y métricas para efectuar la evaluación del cumplimiento de objetivos de aprendizaje. OE4-A3 - Programación de los métodos y métricas para validar el framework. |
| OE5 – Efectuar un caso de estudio para analizar la base de código de diferentes tipos de ejercicios, con la participación de profesores y administradores educativos del programa PRONIE MEP-FOD. | OE5-A1 – Diseño y preparación del caso de estudio. OE5-A2 – Ejecución y análisis de los resultados del caso de estudio. |

| CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------|--|-------|----|-----|----|-------|----|-----|----|-------|----|-----|----|
| | Actividad | Producto | Año 1 | | | | Año 2 | | | | Año 3 | | | |
| | | | I | II | III | IV | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| OE1 | OE1-A1 | Informe técnico del análisis de los requerimientos de profesores y administradores educativos que intervienen en el proceso de enseñanza de PC. | X | X | | | | | | | | | | |
| | OE1-A2 | | | X | | | | | | | | | | |
| | OE1-A3 | | | X | | | | | | | | | | |
| | OE1-A4 | | | | X | | | | | | | | | |
| OE2 | OE2-A1 | Informe técnico del análisis de las herramientas y métodos disponibles con el detalle de sus características y posibilidades de reutilización. | X | | | | | | | | | | | |
| | OE2-A2 | | | X | | | | | | | | | | |
| | OE2-A3 | | | X | | | | | | | | | | |
| | OE2-A4 | | | | X | | | | | | | | | |
| OE3 | OE3-A1 | Diseño de un conjunto de métodos y técnicas para el análisis avanzado de código. | | | X | | | | | | | | | |
| | OE3-A2 | | | | X | X | X | | | | | | | |
| | OE3-A3 | | | | | | X | X | | | | | | |
| OE4 | OE4-A1 | Implementación de una prueba de concepto del conjunto de métodos y el framework para el análisis de ejercicios de programación y la evaluación del aprendizaje computacional. | | | | | | X | | | | | | |
| | OE4-A2 | | | | | | | X | X | X | | | | |
| | OE4-A3 | | | | | | | | | X | X | | | |
| OE5 | OE5-A1 | Efectuar un caso de estudio sobre el análisis de la base de código de diferentes tipos de ejercicios, con la participación de profesores y administradores educativos del programa PRONIE MEP-FOD. | | | X | X | | | | X | X | | | |
| | OE5-A2 | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | OE5-A3 | | | | | | | | | X | X | | | |

SÉPTIMA. FINANCIAMIENTO. Para el adecuado cumplimiento del presente Convenio, las partes se comprometen a aportar el financiamiento necesario de la siguiente forma:

1. El proyecto “Metodología para el reconocimiento automático de patrones del pensamiento Computacional en estudiantes de la educación general básica para mejorar los procesos de gestión” se encuentra debidamente aprobado por el ITCR para los años 2020, 2021 y 2022. Con base en esto, la contraparte del ITCR será financiada con los recursos destinados al proyecto mencionado, tanto para el pago de los investigadores como estudiantes asistentes con un total de ₡55 088 544,31 (55 millones ochenta y ocho mil quinientos cuarenta y cuatro 31/100).
2. La FOD se compromete a aportar 5 millones de colones anuales para el financiamiento de estudiantes que realicen pasantías y asistencias para contribuir al desarrollo del proyecto. El aporte del financiamiento se realizará en los años 2020, 2021 y 2022, para un total de ₡15 000 000 (quince millones de colones con cero céntimos).
3. La FOD se compromete a financiar el sueldo de sus colaboradores asignados al

proyecto con un total de. ₡8 200 459 (ocho millones doscientos mil cuatrocientos cincuenta y nueve colones con cero céntimos).

OCTAVA. VÍNCULOS LABORALES. El personal que aporten las PARTES para la ejecución de las acciones que se desprendan del presente Convenio Específico seguirá dependiendo exclusivamente de cada entidad, sin que su intercambio o comisión genere relaciones laborales independientes o de empleados sustitutos o de subrogación, por lo que se liberan de cualquier responsabilidad de índole laboral que pudiese surgir sobre el particular y en relación con el objeto del presente Convenio Específico.

NOVENA. ÁMBITO DE COMUNICACIÓN, COORDINACIÓN, EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO. Para la comunicación, ejecución y seguimiento del presente Convenio Específico las **PARTES** han designado las siguientes personas:

Por el **ITCR**:

Centro de Investigaciones en Computación, Escuela de Computación

Persona a cargo: Lilliana Sancho Chavarría

Teléfono: 8342 0505

Dirección de correo electrónico: Isancho@tec.ac.cr

Dirección física: Edificio del Centro de Investigaciones en Computación, Campus Central del ITCR en Cartago.

Por la **FOD**:

Área de Investigación y Evaluación

Persona a cargo: Magaly Zúñiga Céspedes

Teléfono: 2527-6257

Dirección de correo electrónico: Magaly.zuniga@fod.ac.cr

Dirección física: De Casa Matute Gómez 300 metros este, 75 metros sur. Barrio Francisco Peralta. Calle 25A, Avenida 10 y 10B

Dichas personas fungirán como el canal oficial de comunicación y serán las responsables de ejecutar las acciones administrativas y mecanismos para la coordinación, supervisión y correcto cumplimiento del objeto de este Convenio Específico.

En caso de ocurrir un cambio en los datos de contacto cada parte deberá notificar a la otra en la mayor brevedad posible el nombre, teléfono, correo electrónico y otra información que considere pertinente a efectos de mantener una comunicación adecuada.

DÉCIMA. PROPIEDAD INTELECTUAL. En caso de que se derive algún producto

que requiera la protección de mediante propiedad industrial o derechos de autor como parte del desarrollo de las actividades del proyecto, la titularidad será compartida por las **PARTES**, salvo manifestación en contrario. Igualmente convienen en cederse recíprocamente el acceso y copropiedad a cualquiera de las versiones que de estos productos desarrollen a futuro, conjunta o separadamente. Ambas **PARTES** convienen en reconocer y respetar la titularidad y derechos de los aportes de conocimiento, software, licencias, “know-how”, procesos, invenciones, modelos, diseños y en general cualquier otra información, documentación o recurso técnico propio y previo a la firma de este Convenio, que cada una de las **PARTES** utilice para el cumplimiento de sus compromisos pactados en el presente Convenio Específico.

DECIMA PRIMERA. CONFIDENCIALIDAD.

Las PARTES y su personal quedan obligados a guardar secreto sobre todos los datos, e información técnica, comercial o de cualquier índole que conozca como parte de su actividad al servicio de la ejecución de este Convenio Específico. Se entiende que cualquier conducta contraria a lo aquí estipulado puede implicar que la parte afectada ejercite las acciones civiles o penales que juzgue pertinente.

Igualmente, las PARTES y su personal mantendrán en estricta confidencialidad, absteniéndose de utilizar en su beneficio o de terceros, toda la información confidencial relacionada con la actividad del ITCR y la FOD, incluyendo, pero no limitado a datos personales de los colaboradores, clientes o proveedores, investigaciones, artículos, manuales, estudios, dibujos, planos, fotografías, documentos e informes técnicos, administrativos, contables, financieros, legales, “Know How”, secretos industriales, listas de clientes o proveedores, listas de suscripciones, diseños, marcas, nombres comerciales, logotipos, listas de precios, contratos y detalles de contratos, carteles de concursos, políticas de precios, métodos operacionales, manuales de procedimientos, diseños y proyectos de diseño, invenciones, patentes, programas de cómputo, códigos, documentación de sistemas y proyectos de investigación, expedientes personales de clientes, empleados o proveedores y cualquier otra información que se relacione con la actividad de las PARTES, ya sea que ésta se contenga en documentos escritos, medios gráficos o electrónicos en general, archivos de computadora o que lleguen a estar en formatos diversos que se lleguen a inventar e implementar en el futuro, referente a actividades en territorio nacional o en el extranjero. Debiendo abstenerse de revelarla a terceras personas salvo que para ello cuente con un escrito formal donde la otra parte se lo autorice para esto.

DÉCIMA SEGUNDA. RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS. En caso de divergencia la misma será analizada primero por los respectivos Coordinadores del presente Convenio Específico. Si no fuera solucionada en ese nivel, será sometida a la consideración de las autoridades superiores de cada una de las PARTES para su

resolución. En todo caso, ninguna divergencia o conflicto será objeto de disputa judicial, debiendo las PARTES, en la eventualidad de un desacuerdo, someterse a los medios alternativos de solución de conflictos.

DÉCIMA TERCERA. MODIFICACIONES. Ambas PARTES convienen que el presente Convenio Específico podrá ser modificado o adicionado durante su vigencia, por mutuo acuerdo de las PARTES, comunicándolo mediante carta firmada por sus representantes y/o apoderados legales, haciendo, en su caso, los ajustes que resulten necesarios para el cumplimiento de los compromisos asumidos por las PARTES.

DÉCIMA CUARTA. INVESTIGACIÓN FUTURA. Ambas PARTES convienen que durante la ejecución de este Convenio Específico se pueden efectuar adendas para realizar investigaciones adicionales relacionadas a los productos de este convenio.

DÉCIMA QUINTA. CUANTÍA. La cuantía del presente Convenio Específico se estima en la suma de ₡78.289 003,31 (setenta y ocho millones doscientos ochenta y nueve mil tres colones con treinta y un céntimos). Este monto corresponde al valor en especie que cada parte asignará para la ejecución del mismo.

DÉCIMA SEXTA. VIGENCIA. La vigencia de hasta el 31 de diciembre, 2022. Cualquiera de las partes podrá darlo por terminado en cualquier tiempo por escrito dirigido a la otra parte con un mínimo de tres meses de anticipación. En tal caso la terminación anticipada no afectará la conclusión normal de los proyectos o actividades que se encuentren en ejecución, ni el derecho al uso de los productos desarrollados que conservará cada una de las partes.

Dra. Leda Milena Muñoz García
Directora Ejecutiva
Fundación Omar Dengo

Ing. Luis Paulino Méndez Badilla
Rector
Instituto Tecnológico de Costa Rica