



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
TECNOLOGÍA ESPECÍFICA DE COMPUTACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

GLOBAL-MANAGER: Entrenando mediante un Juego Serio a
los Jefes de Proyecto en los Desafíos del Desarrollo Global del
Software

Rubén Márquez Villalta

julio, 2020



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información

TECNOLOGÍA ESPECÍFICA DE COMPUTACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

**GLOBAL-MANAGER: Entrenando mediante un Juego
Serio a los Jefes de Proyecto en los Desafíos del
Desarrollo Global del Software**

Autor: Rubén Márquez Villalta

Tutor: Francisco Pascual Romero Chicharro

Co-Tutor: Aurora Vizcaíno Barceló

julio, 2020

TRIBUNAL:

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

FECHA DE DEFENSA: _____

CALIFICACIÓN: _____

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

Dedicatoria...

Resumen

En la actualidad, cada vez más empresas están introduciendo un nuevo modelo de desarrollo, el cual resulta ser más des-localizado que el modelo convencional, donde los miembros del proyecto pueden estar en distintos países. Esta tendencia, llamada Desarrollo Global de Software (DGS), está creciendo rápidamente debido a la globalización, sin embargo, conlleva que aparezcan nuevos riesgos en su gestión, los cuales pueden ser agrupados en tres bloques: comunicación, coordinación y control. Es por ello, que se necesitan a jefes de proyecto preparados para afrontar y solventar los problemas que puedan ocurrir, lo que requiere de ciertas habilidades técnicas y no técnicas (soft skills) para gestionar con éxito este tipo de proyectos.

Últimamente, ha cobrado gran importancia el uso de juegos serios para la enseñanza y el entrenamiento de un conjunto de conocimientos y habilidades específicas. Por lo tanto, en este proyecto se llevará a cabo el desarrollo de un juego serio para el entrenamiento de jefes de proyecto en habilidades no técnicas necesarias para afrontar con éxito la gestión de un proyecto de software global. Este juego contará con un módulo de Inteligencia Artificial con el fin de monitorizar las acciones del jugador y ajustar dinámicamente el desarrollo del mismo.

Abstract

AGRADECIMIENTOS

Rubén Márquez Villalta
Ciudad Real, 2020

ÍNDICE GENERAL

Resumen	VII
Agradecimientos	XI
Índice de figuras	XV
Índice de tablas	XVII
Índice de listados	XIX
Índice de algoritmos	XXI
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Propuesta	2
1.3. Estructura del documento	4
2. Objetivos	7
2.1. Objetivo principal	7
2.2. Objetivos funcionales	7
2.3. Objetivos técnicos	7
3. Estado del arte	9
3.1. Desarrollo Global del Software	9
3.1.1. Beneficios del Desarrollo Global del Software	9
3.1.2. Desafíos del Desarrollo Global del Software	9
3.2. La importancia de un jefe de proyecto en Desarrollo Global del Software	9
3.3. Habilidades necesarias en Desarrollo Global del Software	9
3.3.1. Habilidades en el equipo de trabajo de Desarrollo Global del Software	9
3.3.2. Habilidades en jefes de proyecto de Desarrollo Global del Software	9
3.4. Gamificación	9
3.4.1. Juegos Serios	9
3.5. Trabajos relacionados con el tema	9
3.5.1. Juegos Serios para Desarrollo Global del Software	9
3.5.2. Juegos Serios para Jefes de Proyecto	9
3.5.3. Juegos Serios para Jefes de Proyecto en Desarrollo Global del Software	9
4. Método de Trabajo	11
4.1. Scrum	11
4.1.1. Roles	11
4.1.2. Componentes de Scrum	11
4.2. Desarrollo basado en Prototipos	11

4.2.1.	Etapas del modelo de prototipos	11
4.3.	Marco Tecnológico	11
4.3.1.	Herramientas Software	11
4.3.2.	Herramientas Hardware	11
5.	Resultados	13
5.1.	Sprint 0	13
5.1.1.	Equipo Scrum	13
5.1.2.	Alcance del Proyecto	13
5.1.3.	Pila del Producto	13
5.1.4.	Planificación del Proyecto	13
5.2.	Sprint 1	13
5.3.	Sprint 2	13
6.	Conclusiones y trabajo futuro	15
6.1.	Conclusión	15
6.2.	Lecciones Aprendidas	15
6.3.	Trabajo Futuro	15
6.4.	Publicaciones	15
6.5.	Valoración Personal	15
	Bibliografía	17

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1.	Colaboración mundial en el DGS	1
1.2.	Desafíos en los proyectos DGS	2

ÍNDICE DE TABLAS

1.1. Resumen del proyecto G3SOFT	4
--	---

ÍNDICE DE LISTADOS

ÍNDICE DE ALGORITMOS

INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

En los últimos años, la Ingeniería del Software ha observado notables cambios a la hora de desarrollar proyectos software. Tradicionalmente, el modelo de desarrollo de software utilizado consistía en la coordinación de diferentes equipos de trabajo en un mismo edificio (*Desarrollo Colocalizado*), posteriormente, estos equipos de trabajo pasaron a organizarse entre diferentes edificios de una o varias ciudades, pero siempre centralizados en un mismo país (*Desarrollo Distribuido*). Sin embargo, en la actualidad y debido a la globalización, cada vez más compañías separadas geográficamente colaboran para desarrollar software hasta traspasar fronteras llegando a un nivel mundial, por lo que se ha evolucionado hacia un modelo de desarrollo mucho más globalizado y deslocalizado, conocido como *Desarrollo Global de Software* (DGS), o en inglés *Global Software Development* (GSD) [13].

El DGS está teniendo cada vez más aceptación entre los profesionales. Esta tendencia consiste en la colaboración entre diferentes equipos de desarrollo (fig. 1.1), los cuales se encuentran ubicados alrededor del mundo en diferentes ciudades, países y continentes. Estos grupos de trabajo pueden pertenecer a distintas organizaciones, pero trabajan conjuntamente en un mismo proyecto software. En el proyecto podrá existir tanto una comunicación *asíncrona* como *síncrona* entre los equipos de trabajo, lo cual dependerá de una serie de características del proyecto [14].

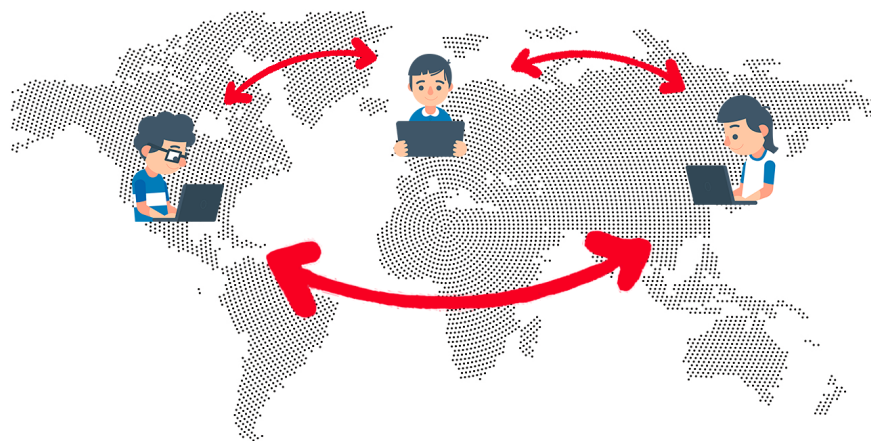


Figura 1.1: En el DGS diferentes equipos de desarrollo colaboran a nivel mundial en un mismo proyecto

Gradualmente, esta tendencia esta cogiendo cada vez más fuerza en el campo de la ingeniería del software, considerándose una norma en el desarrollo de software [4]. Esto es debido a que las

organizaciones pueden conseguir grandes beneficios utilizando este nuevo modelo de desarrollo, ya que la principal ganancia que se consigue con su uso es la reducción en el coste económico de los proyectos, debido a que se suelen buscar territorios donde la mano de obra cualificada es barata y fácilmente disponible [11]. Además, se pueden encontrar otros beneficios notables como pueden ser el acercamiento del desarrollo del software al cliente y al mercado local, la reducción del período necesario para el desarrollo del software al maximizar la productividad y la expansión hacia la inclusión de trabajadores mayormente cualificados en sus actividades de desarrollo [1].

Sin embargo, acompañando a las anteriores ventajas que se pueden conseguir con los proyectos DGS, existen una serie de inconvenientes, los cuales son causados, principalmente, a las diferencias existentes en este tipo de proyectos las cuales podemos dividir en cuatro clases: las *diferencias lingüísticas*, la *distancia geográfica*, la *diferencia cultural* y la coexistencia de diferentes *zonas horarias*; haciendo mucho más difícil el consenso y entendimiento común [11]. Estas diferencias acentúan la problemática de administrar y gestionar un proyecto software, apareciendo así los tres principales desafíos en la gestión de proyectos DGS (fig. 1.2), también llamado en [13] como las 3 ces:

- Desafíos en la comunicación. Los equipos de trabajo deben mantener una comunicación adecuada y activa, con el fin de llevar a cabo un intercambio constante de información y conocimientos.
- Desafíos en la coordinación. Las tareas deben estar sincronizadas, para no sufrir retrasos y alcanzar objetivos e intereses comunes.
- Desafíos en el control. El proyecto debe ser gestionado constantemente y confirmar que se cumplen fechas de entrega, estándares, presupuestos, etc.; además de solventar posibles contratiempos que puedan ocurrir durante el ciclo de vida del proyecto.

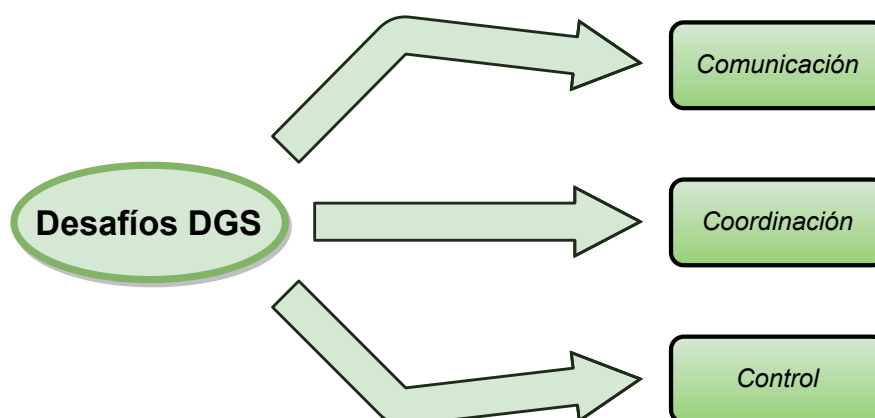


Figura 1.2: Los tres principales desafíos en la gestión de proyectos DGS

Estos inconvenientes y desafíos complican la gestión de este tipo de proyectos, lo que puede implicar en retrasos de tareas o incluso en la cancelación del mismo, ya que según la literatura, la mayoría de proyectos DGS terminan fracasando. Según [9], la principal causa del elevado fracaso de estos proyectos es debido a la imperfecta y dificultosa gestión de los mismos. Es por esto, que para conseguir los beneficios que nos ofrece el DGS es necesario que los jefes de proyecto posean grandes conocimientos y experiencia en la gestión de estos proyectos, además de contar con una serie de habilidades (no solo técnicas, sino también no técnicas), para hacer frente a los posibles contratiempos que puedan ocurrir en el ciclo de vida del proyecto y conseguir la finalización exitosa del mismo.

1.2. PROPUESTA

Como se ha indicado en la sección anterior, existe una gran problemática con la nueva tendencia de desarrollar software mediante un entorno global, debido a que un elevado número de proyectos

que utilizan este tipo de modelo de desarrollo terminan fracasando, y son escasos aquellos que consiguen finalizar exitosamente, obteniéndose así los beneficios que se consiguen frente al modelo de desarrollo tradicional. Esta situación se debe, en especial, a que la educación en actividades para enseñar conocimientos sobre DGS no se está teniendo en cuenta, lo que implica que futuros ingenieros de software no posean ciertas habilidades y capacidades necesarias para afrontar los desafíos que conllevan los proyectos DGS [11]. Es evidente que este modelo de desarrollo se termine convirtiendo en un estándar, por lo que es necesario entrenar a nuestros estudiantes de ingeniería de software para afrontar estas dificultades, ya que se terminarán convirtiendo en los futuros ingenieros de DGS [3].

La gestión y administración es el pilar principal sobre el que gira un proyecto, y en especial un proyecto DGS, ya que es necesaria la organización de un gran número de trabajadores y equipos de desarrollo, a los que se le añade la problemática de gestionar diferentes factores a tener en cuenta como la separación geográfica, la cultura de los diferentes países involucrados en el proyecto o el horario de trabajo en cada país, es por esto que gestionar este tipo de proyectos eficientemente, es un autentico reto. Por lo tanto, es evidente la necesidad de que existan jefes de proyecto altamente cualificados en la gestión de proyectos DGS, para que puedan afrontar la administración del mismo con éxito, solventando todos los impedimentos que puedan ocasionarse. Sin embargo, en la actualidad es complicado encontrar a jefes de proyectos DGS altamente cualificados, con una gran experiencia y con los conocimientos y habilidades necesarias para afrontar correctamente su trabajo. Como consecuencia, son muchas las organizaciones y artículos que han demandado la carencia de habilidades y experiencia en los jefes de proyecto DGS, como la principal causa del elevado nivel de fracaso en los mismos [9].

Por consiguiente, es notoria la necesidad de que existan programas de educación que enseñen a nuestro futuros ingenieros de software conocimientos sobre DGS en general, y habilidades (tanto técnicas como no técnicas) necesarias para afrontar con éxito la gestión de este tipo de proyectos en particular. En contraposición, llevar a cabo el entrenamiento y enseñanza de estas habilidades y conocimientos no es una tarea sencilla, puesto que se precisaría la necesidad de introducir a ingenieros de software inexpertos en proyectos reales (para que adquieran esa experiencia necesaria) y por consiguiente las compañías no estén dispuestas a invertir sus recursos en este tipo de programas de entrenamiento. Esta posición de las compañías es debido a que se pueden poner en riesgo proyectos en curso, además de resultar complejo reproducir un escenario real en un entorno de educación [11].

En cualquier caso, hay diferentes formas de llevar a cabo la educación de diferentes conocimientos prácticos y el entrenamiento de ciertas habilidades, sin que esto pueda afectar, en nuestro caso, a un proyecto real. En el campo de la *Educación en la Ingeniería de Software* se han realizado avances, buscando la manera más efectiva de educar ciertos conocimientos a estudiantes de ingeniería de software, apareciendo métodos tradicionales como proyectos finales, combinación de diferentes técnicas de enseñanza como aprendizaje basado en proyectos [2], innovadoras estrategias como las clases volteadas [7], o darle un enfoque relacionado con el uso de juegos, apareciendo el termino de *Gamificación* [8].

Dentro de la gamificación podemos encontrar diferentes tendencias como pueden ser: los cursos académicos [12], los entornos de aprendizaje [5] o las aplicaciones que presentan escenarios reales, conocidos como *Juegos Serios* (JSs) [10]. En especial, los JSs (también llamados juegos educativos), según [6], consisten en juegos que van más allá del puro entretenimiento y constituyen una potente herramienta que permite a sus jugadores experimentar y aprender de sus errores, adquiriendo así experiencia y conocimientos". Los JSs ayudarán en el proceso de aprendizaje mediante la simulación de entornos virtuales, sin el riesgo que conllevaría tener al estudiante en un entorno real [3, 6, 9], además de que la tendencia del desarrollo de JSs ha tenido una gran aceptación en la última década.

Como resultado de lo cual, este *Trabajo Fin de Carrera* (TFG) se centrará en el desarrollo de un JS, llamado *GLOBAL-MANAGER*. El objetivo de *GLOBAL-MANAGER* será el de ayudar a estudiante en ingeniería de software a adquirir y entrenar ciertas habilidades (en especial aquellas no técnicas

también llamadas *soft skills*) necesarias cuando se aborda el papel de jefe de proyecto DGS. El jugador tendrá que abordar la gestión de un proyecto DGS ficticio desde el comienzo hasta la entrega del producto software al cliente, tratando de resolver los diferentes impedimentos que se puedan ocasionar en el ciclo de vida. De esta manera, los jugadores podrán adquirir experiencia de una manera sencilla, barata e independiente, permitiéndoles afrontar con éxito un futuro trabajo en la gestión de un proyecto DGS.

Este TFG se enmarca dentro de un contrato I+D con el grupo de investigación Alarcos¹ de la Universidad de Castilla La-Mancha (UCLM)², en concreto en el proyecto "G3SOFT: Ingeniería de Modelos para el Gobierno y Gestión del Desarrollo Global de Software"³, el cual se centra en la mejora del gobierno y la gestión de proyectos de DGS. En la tab. 1.1 se muestra un resumen de dicho proyecto.

Nombre:	G3SOFT:Ingeniería de Modelos para el Gobierno y Gestión del Desarrollo Global de Software
Financiación:	JJCM Consejería de Educación y Cultura y Deportes, y Fondos FEDER
Referencia:	SBPLY/17/180501/000150
Dirección WEB:	https://alarcos.esi.uclm.es/proyectos/G3SOFT/index.php
Grupo de investigación:	Grupo Alarcos
Universidad colaboradora:	Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)
Investigadores principales:	Francisco Ruiz González Aurora Vizcaíno Barceló

Tabla 1.1: Resumen del proyecto G3SOFT

1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

A continuación, se define la estructura del documento, la cual hace referencia a la memoria del TFG y esta dividida en los siguientes capítulos:

- **Capítulo 1. Introducción:** breve indicativo sobre la motivación, contexto y problemática que engloba este TFG, al igual que la solución que se propone.
- **Capítulo 2. Objetivos:** listado tanto del objetivo principal como los objetivos secundarios que se persiguen con la realización de dicho TFG, además de las tareas necesarias para llevarlo a cabo.
- **Capítulo 3. Estado del arte:** información referente sobre el DGS, la gestión y administración de proyectos DGS, de igual modo se especifican un conjunto de habilidades, las cuales son necesarias para llevar a cabo el trabajo de jefe de proyecto software en un entorno distribuido. Por último, se define e indica la importancia de la gamificación en general, y de los JS en particular, a su vez de una serie de ejemplos sobre JS relacionados con el tema de este TFG.
- **Capítulo 4. Método de trabajo:** especificación de la metodología de trabajo que se seguirá para el desarrollo de este TFG, al igual que las herramientas y tecnologías (tanto software como hardware) que se utilizarán en dicho periodo.
- **Capítulo 5. Resultados:** informe de los resultados obtenidos tras llevar a cabo cada uno de los objetivos y tareas definidas en el capítulo 2, utilizando el método de trabajo definido en el capítulo 4, al igual que todos los posibles problemas e impedimentos que puedan haber surgido en la realización de este TFG.

¹<https://alarcos.esi.uclm.es>

²<https://www.uclm.es/>

³<https://alarcos.esi.uclm.es/proyectos/G3SOFT/index.php>

- **Capítulo 6. Conclusiones:** exposición de la conclusión y trabajos futuros tras haber realizado el presente TFG, del mismo modo que las lecciones aprendidas y una valoración personal.
- **Bibliografía:** sinopsis de las fuentes de información consultadas para la realización de este TFG.

OBJETIVOS

- 2.1. OBJETIVO PRINCIPAL
- 2.2. OBJETIVOS FUNCIONALES
- 2.3. OBJETIVOS TÉCNICOS

ESTADO DEL ARTE

3.1. DESARROLLO GLOBAL DEL SOFTWARE

3.1.1. Beneficios del Desarrollo Global del Software

3.1.2. Desafíos del Desarrollo Global del Software

3.2. LA IMPORTANCIA DE UN JEFE DE PROYECTO EN DESARROLLO GLOBAL DEL SOFTWARE

3.3. HABILIDADES NECESARIAS EN DESARROLLO GLOBAL DEL SOFTWARE

3.3.1. Habilidades en el equipo de trabajo de Desarrollo Global del Software

3.3.2. Habilidades en jefes de proyecto de Desarrollo Global del Software

3.4. GAMIFICACIÓN

3.4.1. Juegos Serios

3.5. TRABAJOS RELACIONADOS CON EL TEMA

3.5.1. Juegos Serios para Desarrollo Global del Software

3.5.2. Juegos Serios para Jefes de Proyecto

3.5.3. Juegos Serios para Jefes de Proyecto en Desarrollo Global del Software

MÉTODO DE TRABAJO

4.1. SCRUM

4.1.1. Roles

4.1.2. Componentes de Scrum

4.2. DESARROLLO BASADO EN PROTOTIPOS

4.2.1. Etapas del modelo de prototipos

4.3. MARCO TECNOLÓGICO

4.3.1. Herramientas Software

4.3.2. Herramientas Hardware

RESULTADOS

5.1. SPRINT 0

5.1.1. Equipo Scrum

5.1.2. Alcance del Proyecto

5.1.2.1. Requisitos Funcionales

5.1.2.2. Requisitos No Funcionales

5.1.3. Pila del Producto

5.1.4. Planificación del Proyecto

5.1.4.1. Historias de usuario

5.1.4.2. Casos de uso

5.1.4.2.1. Actores

5.1.4.2.2. Casos de uso

5.2. SPRINT 1

5.3. SPRINT 2

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

- 6.1. CONCLUSIÓN
- 6.2. LECCIONES APRENDIDAS
- 6.3. TRABAJO FUTURO
- 6.4. PUBLICACIONES
- 6.5. VALORACIÓN PERSONAL

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pär J Ågerfalk y col. «Benefits of global software development: the known and unknown». En: *International Conference on Software Process*. Springer. 2008, págs. 1-9.
- [2] Afra A Alabbadi y Rizwan J Qureshi. «The proposed methods to improve teaching of software engineering». En: *International Journal of Modern Education and Computer Science* 8.7 (2016), pág. 13.
- [3] Sarah Beecham y col. «How best to teach global software engineering? Educators are divided». En: *IEEE Software* 1 (2017), págs. 16-19.
- [4] Ivana Bosnić, Igor Čavrak y Mario Žagar. «Assessing the impact of the distributed software development course on the careers of young software engineers». En: *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 19.2 (2019), págs. 1-27.
- [5] Lisa J Burnell, John W Priest y JB Durrett. «Teaching distributed multidisciplinary software development». En: *IEEE software* 19.5 (2002), págs. 86-93.
- [6] Alejandro Calderón, Mercedes Ruiz y Rory V O'Connor. «A multivocal literature review on serious games for software process standards education». En: *Computer Standards & Interfaces* 57 (2018), págs. 36-48.
- [7] Eun Man Choi. «Applying inverted classroom to software engineering education». En: *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning* 3.2 (2013), pág. 121.
- [8] Thomas M Connolly, Mark Stansfield y Thomas Hainey. «An application of games-based learning within software engineering». En: *British Journal of Educational Technology* 38.3 (2007), págs. 416-428.
- [9] Jose Eduardo Nunes Lino y col. «Project management game 2D (PMG-2D): A serious game to assist software project managers training». En: *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE. 2015, págs. 1-8.
- [10] Andrew Meneely y Laurie Williams. «On preparing students for distributed software development with a synchronous, collaborative development platform». En: *Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education*. 2009, págs. 529-533.
- [11] Miguel J Monasor y col. «Preparing students and engineers for global software development: a systematic review». En: *2010 5th IEEE International Conference on Global Software Engineering*. IEEE. 2010, págs. 177-186.
- [12] Christian Murphy, Dan Phung y Gail Kaiser. «A distance learning approach to teaching eXtreme programming». En: *Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education*. 2008, págs. 199-203.
- [13] Mario Piattini Velthuis, Aurora Vizcaíno Barceló y Félix García Rubio. «Desarrollo global de software». En: *RAMA* (2014).
- [14] Rafael Prikladnicki y Leonardo Pilatti. «Improving contextual skills in global software engineering: A corporate training experience». En: *IEEE International Conference on Global Software Engineering*. IEEE. 2008, págs. 239-243.