

## Componente Arte de la educación STEAM aplicado a la Ingeniería de Software

---

Autores: Botero Tabares, Ricardo de Jesús\*; Manrique Henao, Jorge Alonso; Giraldo Ramírez, Diana Patricia

Contacto: \*[ricardo.boterot@upb.edu.co](mailto:ricardo.boterot@upb.edu.co)

País: Colombia

### Resumen

El trabajo presenta una metodología para el uso de la educación STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) en el proceso docente universitario relacionado con ingeniería de software en su variante orientada a objetos, aplicando el UML (Unified Modeling Language) para modelar obras literarias representadas en cuentos, fábulas, poemas, fragmentos de cuento o novela, o en frases cortas como aforismos y máximas, utilizando una herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering) para lograr este propósito.

Por ejemplo, a partir de la frase “Amarse a uno mismo es el comienzo de un romance de por vida” del escritor inglés Oscar Wilde, se puede realizar un proceso de abstracción similar al diseño de software para representar una situación real – por lo general empresarial – mediante modelos estáticos o estructurales como los diagramas de clases, objetos y componentes, o modelos dinámicos o de comportamiento como los diagramas de casos de uso, estados y colaboración. De esta manera se gestionan las tecnologías orientadas a objetos, en las cuales coexiste lo procedural, declarativo y funcional, favoreciendo una innovación disruptiva de proceso para la comprensión de la ingeniería de software orientada a objetos, con dos ventajas principales:

1. La institución puede utilizar obras literarias de dominio público al incorporar el componente *Arte* en la educación STEAM para ingenieros de software y programas relacionados.
2. De manera subrepticia, se introduce al estudiante de ingeniería de software en el contexto de la literatura universal, tendiendo un nexo, vínculo o asociación entre los tecnicismos propios del UML y las herramientas CASE con las humanidades tácitas en las obras literarias.

**Palabras claves:** educación STEAM; arte; ingeniería de software orientada a objetos; UML; herramientas CASE.

### 1. Introducción

#### 1.1. De STEM a STEAM

El avance científico-tecnológico de las últimas décadas ha requerido de la incorporación cada vez más intensiva de conocimiento especializado en todas las áreas, dando lugar a exigencias y modelamientos educativos que han llevado a promover formaciones académicas en lo relacionado con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas – STEM por sus siglas en inglés. La incorporación del *Arte* al modelo educativo STEM originó STEAM en el año 2011 (Connor et al, 2015) cuando Corea de Sur decidió incorporar las artes y el diseño en su currículo escolar integrado. Desde 1958 la educación STEAM – en adelante STEAM-Edu – ha influenciado la formación primaria en las escuelas (Bassachs et al., 2020; Li et al., 2022; Yuan et al., 2022), la secundaria en colegios (Quigley & Herro, 2016; Ozkan, 2022) y en la década anterior se ha aplicado a la educación terciaria (Mun, 2022; Rodrigues-Silva & Alsina, 2023) en los países industrializados. El modelo STEM se propaga en gran medida por las publicaciones científicas asequibles al público en general, suceso

denominado por Snow “tercera cultura” (Snow, 1988, como se citó en Rodríguez, 2017), anulando la separación entre la “primera cultura” de humanistas y la “segunda” de científicos, evidenciada a principios del siglo XIX.

Como se sabe, el arte ha materializado la creatividad humana desde tiempos inmemoriales, algo propio de la pintura, la literatura, el teatro y de manifestaciones más recientes inherentes a los *makerspaces* (Colucci-Gray et al. 2017, citado por Marín-Marín et al., 2021), así como el arte digital en sus diferentes tipos (escultura, pintura, animación, etc.). Para este caso, apuntando al eje temático de gestión de la tecnología y la innovación en la educación superior, se ha seleccionado la literatura universal con los géneros y subgéneros que la conforman expuestos en la Tabla 1, como medios adecuados y expeditos para incluir el arte en la STEAM-Edu asociada a la ingeniería de software orientada a objetos.

**TABLA 1. Géneros y subgéneros literarios**

GÉNERO	Narrativo	Lírico	Dramático	Didáctico
SUBGÉNERO	Épica en prosa: Novela Novela corta Cuento Leyenda Epístola Fábula	En verso: Égloga Elegía Oda Himno Canción Sátira	Dialogado Subgéneros mayores: Tragedia Comedia Drama	Prosa o verso: Ensayo Biografía Crónica Oratoria Carta Artículo científico Tratado científico Tratado filosófico
	Épica en verso: Epopeya Poema épico Cantar de gesta Romance		Subgéneros menores: Auto-sacramental Entremés Sainete	

Fuente: Adaptado de Romero, 2022.

### 1.2. Ingeniería de software

La ingeniería de software – de aquí en adelante SWE –, vista como una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación de un sistema hasta su mantenimiento después de utilizado (Sommerville, 2005), integra a las matemáticas, informática y buenas prácticas de ingeniería para lograr un producto de alta calidad competitivo en el mercado. La elección del modelo y el paradigma para el desarrollo del producto representado en software dependen del tipo de situación a resolver por el equipo de analistas, donde entran en acción los modelos de cascada, espiral, prototipos, V y RUP (*Rational Unified Process*) entre otros, y paradigmas como el imperativo, declarativo, orientado a objetos, orientado a aspectos y lógico o predictivo. Todos los modelos, en especial RUP, articulan con el paradigma de programación orientado a objetos en la etapa de diseño del sistema, donde UML cobra relevancia en la elaboración de los diferentes planos de software expuestos en la Tabla 2, unos más utilizados que otros por los diferentes equipos de desarrollo.

TABLA 2. Diagramas del UML

Diagramas estructurales	Diagramas de comportamiento
Clases Objetos Paquetes Despliegue Componentes	Actividades Estados Casos de uso Interacción Tiempos Secuencia Comunicación

Fuente: Elaboración propia de los autores, basada en Rumbaugh et al. (1999).

Cuando los analistas de sistemas tienen el primer contacto con los clientes interesados en el producto de software, elaboran los diagramas de casos de uso a lápiz, en pizarra o en cuaderno digital inteligente, luego, proceden con la elaboración de los diagramas de clases y de objetos. Definidos estos diagramas, se pasa a interactuar con UML en una herramienta CASE como Enterprise Architect, Visual Paradigm, Umbrello, StarUML u otras disponibles en el mercado, todas con prestaciones para que analistas, desarrolladores e ingenieros de software construyan modelos estáticos y dinámicos aplicables en las diversas etapas del ciclo de vida del producto a devenir, continuando de esta manera el ciclo iterativo e incremental del desarrollo de software.

El contenido de este documento se estructura de la siguiente manera: 1) presentación de la metodología, donde se invita a utilizar el componente Arte de STEAM-Edu aplicada a la SWE mediante obras de la literatura universal con licencias de dominio público; 2) desarrollo, equivalente a una didáctica para la SWE basada en la componente Arte de STEAM-Edu, con aplicación de herramientas CASE para el modelado de obras literarias como estrategia cognitiva previa al análisis y modelamiento de problemas reales; 3) discusión y análisis, donde se exponen las potenciales ventajas de aplicar la metodología a la componente Arte de STEAM-Edu en la formación terciaria para el caso concreto de SWE; y 4) conclusiones del trabajo con proyección al compromiso futuro.

## 2. Metodología

La orientación a objetos no solo es un paradigma de programación; constituye una filosofía que afecta buena parte del proceso de desarrollo de software en la fase de diseño (Peinado, 2020). Para el inicio de esta fase, se propone STEAM-Edu para cursos de SWE con el estudio de los principales diagramas estructurales y de comportamiento del UML aplicados al modelamiento de obras literarias de dominio público<sup>1</sup>, considerables en la actualidad por su histórica expansión con el libro impreso y con las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación que incluyen cibertexto, hipermedia, novela gráfica digital y otros recursos

1. Las obras literarias y artísticas son catalogadas de dominio público n años después de fallecer su autor o autores, donde la variable n depende de cada legislación nacional. Así, para Argentina, Brasil y Reino Unido son 70 años; para Colombia y España, 80; para Australia 50 o 70, dependiendo del año de fallecimiento del autor o si se trata de una obra anónima, seudónima o no publicada; etc. (Wikisource, 2023). Para las nuevas obras, los estados y países garantizan la protección de los derechos de autor a través del tratado internacional Convenio de Berna, adoptado en 1886 (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI], s.f.).

coetáneos disponibles en la web 4.0. La propuesta de STEAM-Edu para SWE, *per se* lúdica e innovadora, se presenta con antelación al planteamiento y modelación de problemas reales del sector productivo comercial, financiero, de la salud, etc., tratados en cursos convencionales de SWE.

### 3. Desarrollo

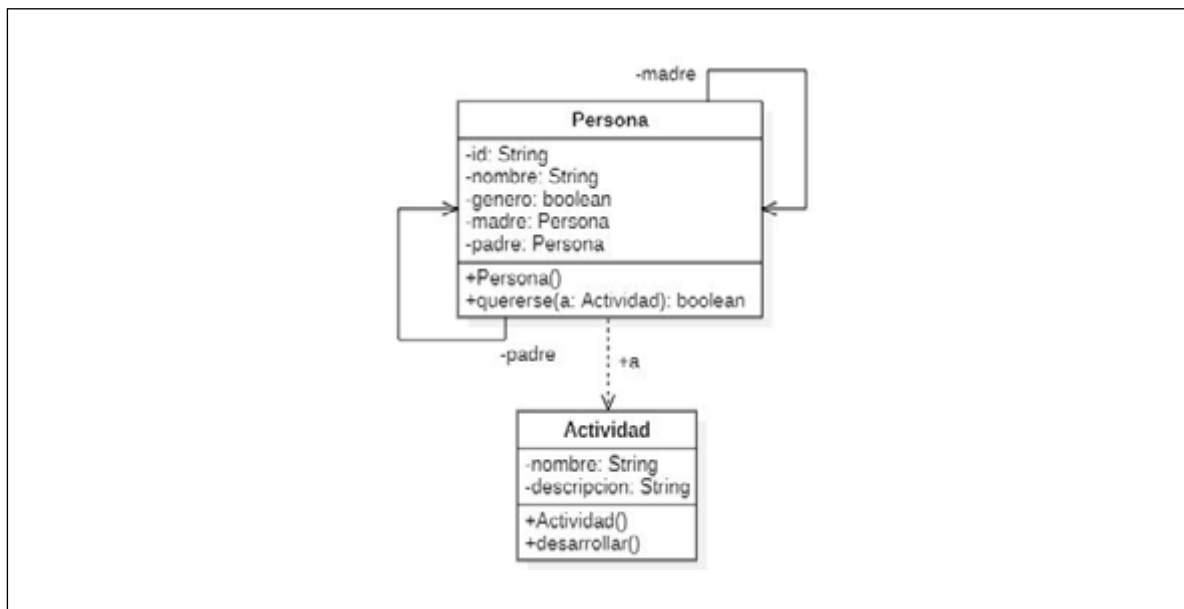
En este numeral se muestra la forma como se pueden representar textos literarios con diagramas del UML.

El aprendizaje de la ingeniería de software orientada a objetos requiere la incorporación de varios conceptos por parte del estudiante, los cuales pueden mejorar su aplicabilidad al incluir la literatura universal con amplia variedad de obras para analizar y escoger. Sin menoscabo de autores, buscando escritos breves y contundentes en contenido, se han seleccionado dos textos: una frase de Oscar Wilde y un cuento corto de Julio Cortázar, utilizados para explicar cómo el componente *Arte* de la STEAM-Edu se puede incorporar a manera de preludio didáctico, lúdico y disruptivo en el aprendizaje de la ingeniería de software orientada a objetos.

La frase “Amarse a uno mismo es el comienzo de un romance de por vida” (Wilde, 2019) se puede modelar con los diagramas estructurales de clases y de objetos de las Figuras 1 y 2, respectivamente, y el diagrama comportamental de actividades de la Figura 3.

#### 3.1. Diagrama de clases

FIGURA 1. Diagrama de clases para una frase de Oscar Wilde



Fuente: Elaboración propia de los autores<sup>2</sup>.

Es simple la interpretación del diagrama de clases de la Figura 1: toda persona tiene una identificación, nombre, género o sexo, y progenitores; estos atributos constituyen “supuestos semánticos”, pues de mane-

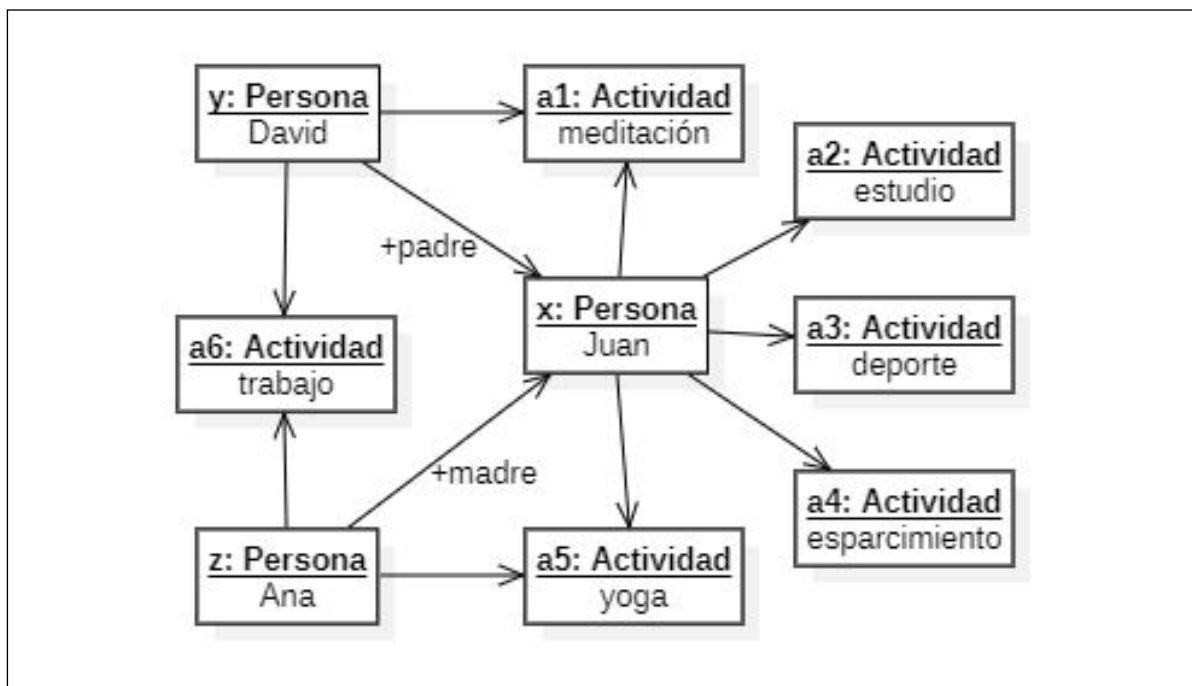
2. Las figuras presentadas de aquí en adelante, exceptuando la 4, son diagramas UML elaborados por los autores con la herramienta CASE StarUML, versión 5.1.0.

ra explícita no se mencionan en la frase de Wilde y se podrían incluir otros como la edad y la nacionalidad, por ejemplo; se infiere entonces que los atributos dados para la clase *Persona* son apropiados y suficientes. En cuanto a sus métodos, una persona puede amarse realizando actividades con el método *quererse()*, que incluye un parámetro de tipo *Actividad*. Además, en la Figura 1 se presentan dos relaciones recursivas en la clase *Persona* a través de los atributos *madre* y *padre*, y una relación de dependencia representada por línea segmentada entre las clases *Persona* y *Actividad*.

### 3.2. Diagrama de objetos

A partir de un diagrama de clases se pueden generar múltiples diagramas de objetos, por tanto, la Figura 2 constituye una entre muchas posibles, donde se expresa que los progenitores de Juan son Ana y David; Juan se ama con las actividades de meditación, estudio, deporte, esparcimiento y yoga; Ana con el trabajo y David con el trabajo y la meditación.

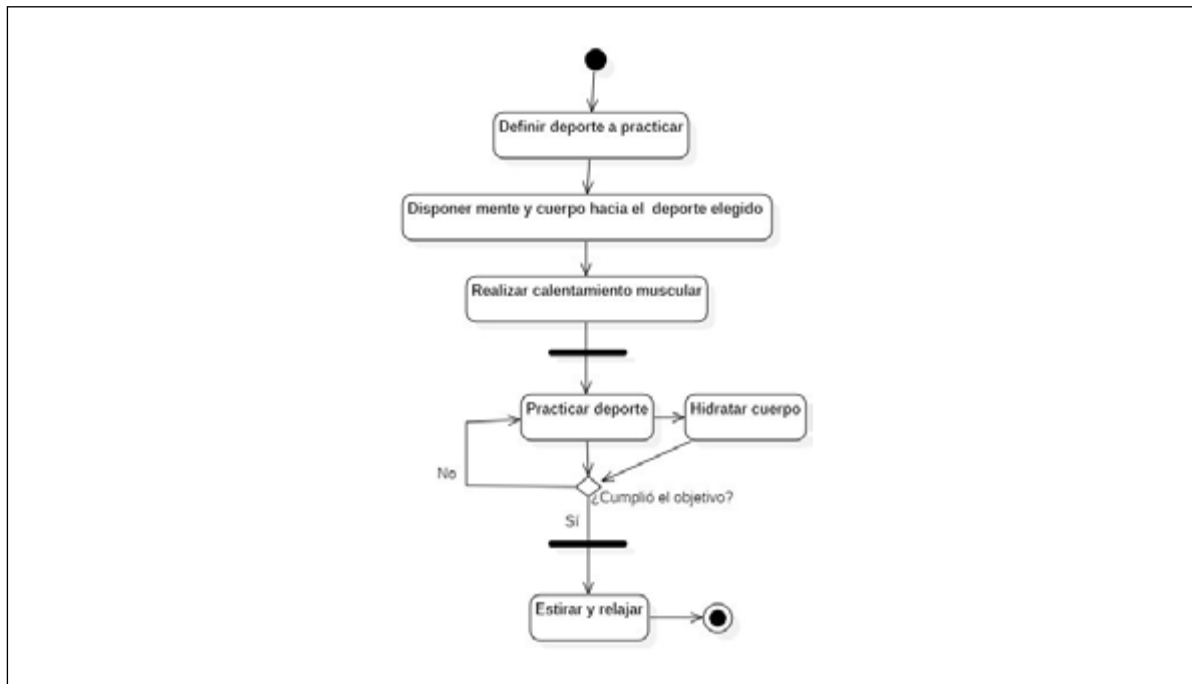
FIGURA 2. Diagrama de objetos para una frase de Oscar Wilde



### 3.3. Diagrama de actividades

Cada actividad para amarse a sí mismo se puede describir con un diagrama de actividades UML, como el presentado en la Figura 3 para la actividad *deporte*, donde se presentan actividades secuenciales, paralelas y toma de decisiones.

FIGURA 3. Diagrama de actividades para la actividad deporte



El otro texto seleccionado es el cuento titulado “Tortugas y Cronopios” ilustrado en la Figura 4, que forma parte de la fase mitológica y surrealista de Julio Cortázar en su libro “Historias de Cronopios y de Famas” (Cortázar, 2004), cuyo contenido es el siguiente:

Ahora pasa que las tortugas son grandes admiradoras de la velocidad, como es natural. Las esperanzas lo saben, y no se preocupan. Los famas lo saben, y se burlan. Los cronopios lo saben, y cada vez que encuentran una tortuga, sacan la caja de tizas de colores y sobre la redonda pizarra de la tortuga dibujan una golondrina.

FIGURA 4. Ilustración del cuento “Tortugas y Cronopios” de Cortázar

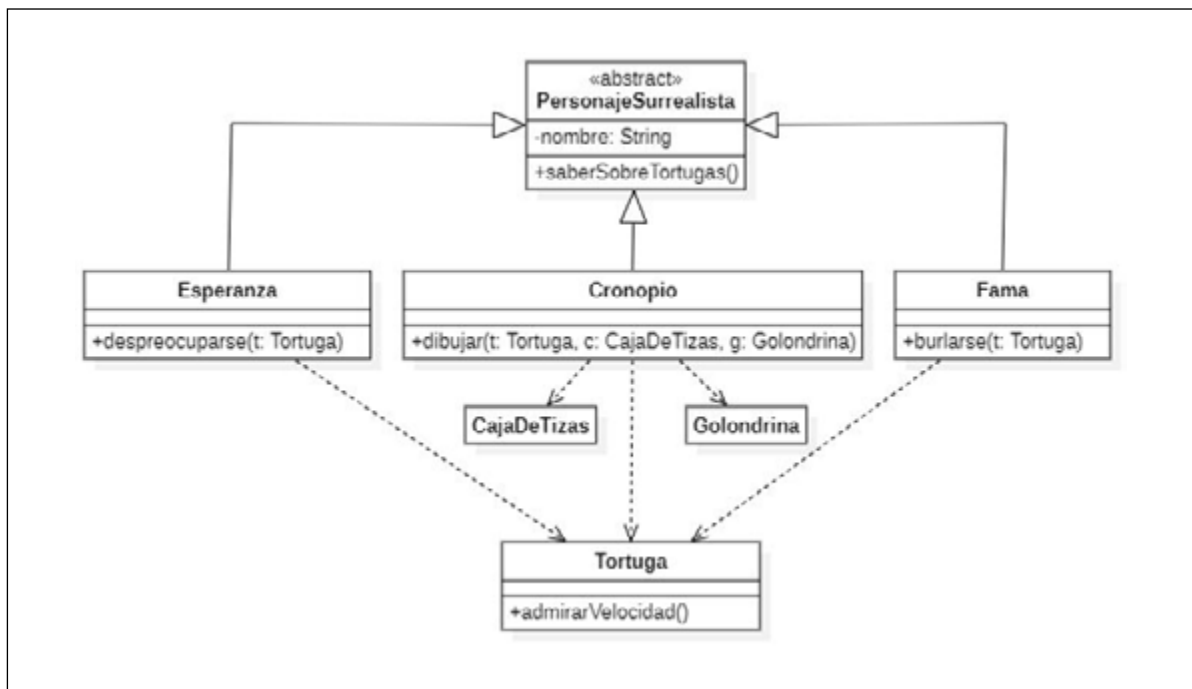


Fuente: nn mm.

Para este texto sucinto y enriquecedor se presentan el diagrama estático estructural de clases en la Figura 5 y los diagramas dinámicos comportamentales de casos de uso, estados y secuencia en las Figuras 6, 7 y 8, respectivamente.

La Figura 5 expresa varios conceptos importantes de programación e ingeniería de software orientada a objetos: la clase *PersonajeSurrealista* es abstracta, dando a entender que no se puede instanciar, porque es imposible crear objetos a partir de ella; su utilidad radica en la herencia que prodiga, dado que las clases *Esperanza*, *Cronopio* y *Fama* son subclases *PersonajeSurrealista*, siendo esta última una clase base o superclase, mostrando así un caso de herencia simple. En la Figura 5 también se observan relaciones de dependencia de las tres subclases hacia *Tortuga*, porque los métodos *despreocuparse()*, *dibujar()* y *burlarse()* tienen un parámetro de este tipo. Las clases *CajaDeTizas* y *Golondrina* están conceptualizadas por su uso en el método *dibujar()* de la clase *Cronopio*, sin embargo, se sobreentiende que tienen sus propios atributos y métodos<sup>3</sup>.

FIGURA 5. Diagrama de clases para el cuento “Tortugas y cronopios”

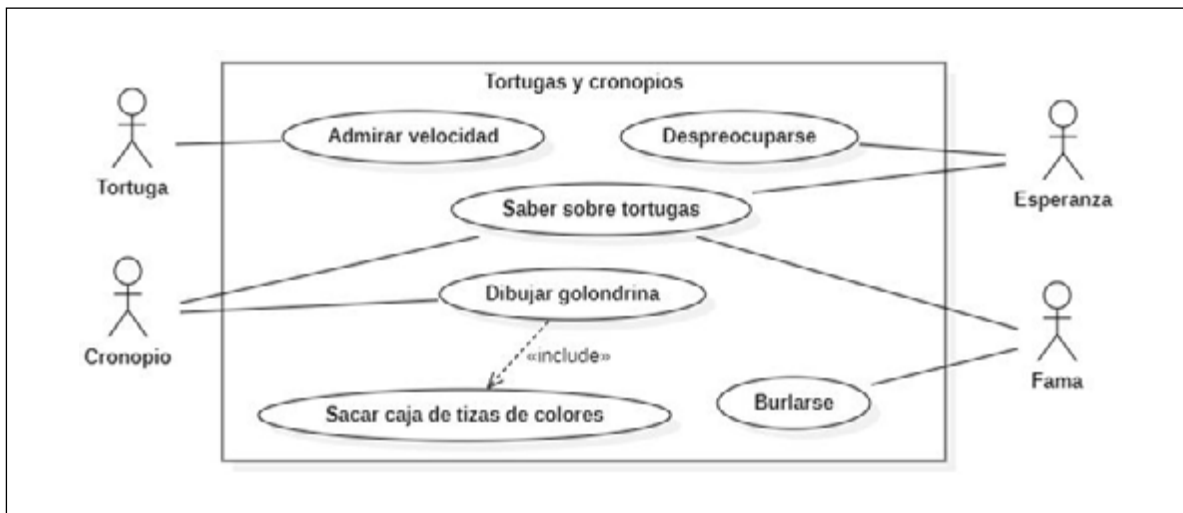


### 3.4. Diagrama de casos de uso

Como se colige, el diagrama de casos de uso es el más natural del UML porque propicia la comunicación con el usuario dada su expresividad y simpleza, tanto así que es utilizado por los analistas de sistemas en la etapa de definición de requisitos para establecer comunicación con el cliente. La Figura 6 presenta cuatro actores y seis casos de uso asociados para el cuento mitológico de Cortázar. Nótese la relación de inclusión representada por la flecha discontinua entre los casos de uso “Dibujar golondrina” y “Sacar caja de tizas de colores”.

3. En los diagramas de clases de las Figuras 1 y 5, se omiten los métodos constructores sobrecargados, de carga (set) y acceso (get) propios de una clase reutilizable, indispensables en una aplicación real para agilizar procesos o servicios empresariales. Es decir, se presentan los atributos y métodos del ámbito del problema – en estos casos una frase y un cuento –, con la omisión de métodos del ámbito de la solución como `setNombre()`, `getNombre()`, `setId()`, `getId()` etc.

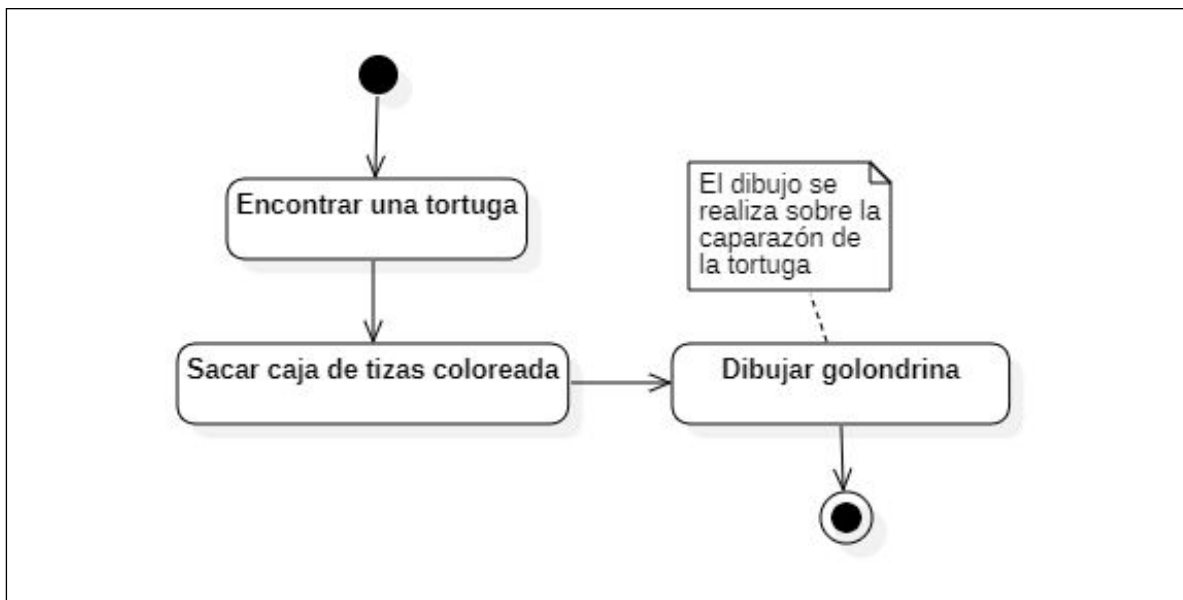
FIGURA 6. Un diagrama de casos de uso para el cuento “Tortugas y cronopios”



### 3.5. Diagrama de estados

El diagrama de estados describe el comportamiento de un objeto. La Figura 7 presenta los estados de un objeto tipo *Cronopio*, incluyendo un comentario estilo UML en el estado *Dibujar golondrina*.

FIGURA 7. Diagrama de estados para un cronopio

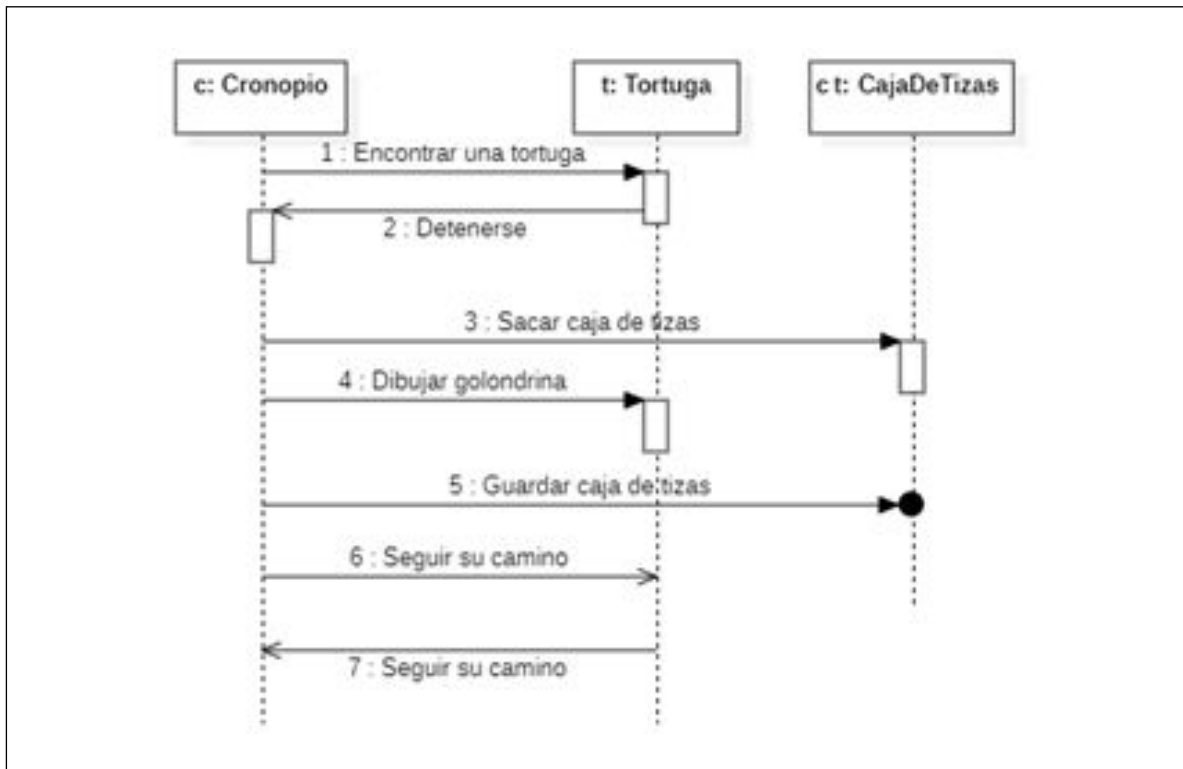


### 3.6. Diagrama de secuencia

Los diagramas de secuencia modelan las interacciones entre objetos en un solo caso de uso; ilustran cómo las diferentes partes del sistema interactúan para realizar sus funciones y en qué orden ocurren las interacciones cuando se ejecuta un caso de uso particular. La Figura 8 representa el diagrama de secuencia para el caso de uso “Dibujar golondrina”, donde se observan los objetos *c*, *t* y *ct* de tipo *Cronopio*, *Tortuga* y *CajaDeTizas*, respectivamente.



FIGURA 8. Diagrama de secuencia para el caso de uso “Dibujar golondrina”



#### 4. Discusión y análisis

La educación en ingeniería y demás profesiones requiere de constante evaluación curricular, tecnológica, ambiental y sociológica, en búsqueda de innovaciones para el bienestar del ser humano. La presente propuesta atiende a nuevas tendencias educativas de la ingeniería que involucran la creatividad evidente en las bellas artes, en este caso la literatura. En esta misma línea sería interesante incorporar otras expresiones artísticas como la pintura y el cine, para propiciar nuevos espacios de comprensión de la SWE con clases y objetos, que conlleven el desarrollo de diagramas estáticos y dinámicos de la obra analizada que podría conllevar altos niveles de complejidad.

A partir de los tipos de modelación tratados, se espera un aumento significativo en la comprensión de conceptos básicos de la ingeniería de software orientada a objetos durante la formación profesional: clase, objeto, sobrecarga de métodos, herencia, polimorfismo, relaciones entre clases, estados de un objeto, paso de mensajes entre objetos, caso de uso y línea de vida, entre otros, con la versatilidad en la elaboración de diagramas aplicando las reglas sintácticas del UML mediante una herramienta CASE.

Queda pendiente como trabajo siguiente, la realización de las pruebas para evaluación de resultados en universidades con oferta de ingeniería de sistemas, informática u otra ingeniería relacionada que incluya dentro de su malla curricular cursos de ingeniería de software orientada a objetos.

#### 5. Conclusiones

La componente *Arte* de STEAM-Edu aplicada a la SWE puede propiciar una relación natural y directa entre las humanidades y la ingeniería, afianzando la cibercultura como puente de unión entre humanistas escritores y científicos de la computación.

El modelamiento con UML de obras literarias en cursos de SWE puede promover la lectura entre el alumnado y mejorar su expresión escrita, factor que afianza la calidad educativa y el desempeño profesional.

A partir de este primer ejercicio, se concluye que los recursos financieros invertidos por la universidad para usufructuar la componente *Arte* de STEAM-Edu en cursos de SWE, están representados en los costos de red asociados al Wi-Fi, navegadores y a la instalación de una herramienta CASE de uso libre o propietaria, no obstante, el uso de obras literarias, en caso de ser de dominio público, no tiene costo para la institución educativa porque depende del rubro sufragado por servicios de internet.

### Referencias bibliográficas

- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R. y Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences*, 10(12), 384. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Colucci-Gray, L., Trowsdale, J., Cooke, C. F., Davies, R., Burnard, P. y Gray, D. S. (2017). *Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?* British Educational Research Association.
- Connor, A.M., Karmokar, S. y Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering and Technology Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5, 37-47. Doi: 10.3991/ijep.v5i2.4458
- OMPI (s.f). *Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas*. <https://www.wipo.int/treaties/es/ip/berne/>
- Cortázar, J. (2004). *Historias de cronopios y de famas*. Aguilar, Altea, Taurus, Alfaguara, S.A.
- Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L. y Liao, X. (2022). Promoting STEAM Education in Primary School through Cooperative Teaching: A Design-Based Research Study. *Sustainability*, 14(16), 10333. <http://dx.doi.org/10.3390/su141610333>
- Marín-Marín, J.A., Moreno-Guerrero, A.J., Dúo-Terrón, P. et al. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *IJ STEM Ed*, 8, 41. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Mun, K. (2022). Aesthetics and STEAM education: the case of Korean STEAM curricula at the art high school. *International Journal of Science Education*, 44(5), 854- 872, DOI: 10.1080/09500693.2021.2011467
- Ozkan, Z.C. (2022). The effect of STEAM applications on lesson outcomes and attitudes in secondary school visual arts lesson. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 5(4), 621-636. <https://doi.org/10.46328/ijte.371>
- Peinado, F. (2020). LPS: Ingeniería del Software Orientada a Objetos. <https://www.fdi.ucm.es/profesor/fpeinado/courses/oop/LPS-03IngSoftwareOrientadaaObjetos.pdf>
- Quigley, C.F. y Herro, D. (2016). "Finding the Joy in the Unknown": Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 410-426. Doi:10.1007/s10956-016-9602-z
- Rodríguez, J. A. (2017). Humanidades digitales: una oportunidad para allanar la brecha entre las dos culturas. En J. M. P. G. (Ed.), *Humanidades digitales, diálogo de saberes y prácticas colaborativas en red: Cátedra UNESCO de comunicación* (1ª ed., pp. 137–146). Pontificia Universidad Javeriana. <https://doi.org/10.2307/j.ctv893gmm.8>

- Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Ángel. (2023). La educación STEAM y el aprendizaje lúdico en todos los niveles educativos. *Revista Prâksis*, 1, 188–212. <https://doi.org/10.25112/rpr.v1.3170>
- Romero, A. (2022). *Los géneros literarios. ¿Qué son? ¿Cuáles hay?* <https://www.mirahadas.com/blog/generos-literarios-que-son>
- Rumbaugh, J., Jacobson, I, y Booch, G. (2007). *El lenguaje Unificado de Modelado. Manual de referencia*. Pearson Educación.
- Snow, C.P. (1988). *The two cultures*. Cambridge University Press.
- Wikisource (2023). *Wikisource: Duración de derechos de autor por país*. [https://es.wikisource.org/wiki/Wikisource:Duraci%C3%B3n\\_de\\_derechos\\_de\\_autor\\_por\\_pa%C3%ADs](https://es.wikisource.org/wiki/Wikisource:Duraci%C3%B3n_de_derechos_de_autor_por_pa%C3%ADs)
- Wilde, O. (2019). "To Love Oneself Is the Beginning of a Lifelong Romance." *Inspirational Notebook for Oscar Wilde Fans*. Lined Journal and notebook. Bookprism.
- Yuan, Y., Ji, X., Yang, X., Wang, C., Samsudin, S. y Omar Dev, R. D. (2022). The Effect of Persistence of Physical Exercise on the Positive Psychological Emotions of Primary School Students under the STEAM Education Concept. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11451. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph191811451>