



**STEAM**

*Proyecto*

*Cáncer y autómatas celulares*

*Guía docente*

**EQUIPO TÉCNICO (MINEDUC)**

Edgar Freire Caicedo  
Laura Maldonado Orellana  
Sylvia Chávez Pacheco

**Organización de Estados Iberoamericanos  
para la Educación, la Ciencia y la Cultura**



Sara Jaramillo Idrobo  
**Directora y Representante Permanente  
de la Oficina de la OEI en Ecuador**

Yadhira Espinoza Weaver  
**Coordinadora de Proyectos OEI**

Héctor David Ariza Betancur  
Melany Ivonne Rodríguez Castro  
**Consultores OEI**

Pamela Cueva Villavicencio  
**Coordinación gráfica y diagramación**

Punche Moreno  
Joe Esteban García

**Ilustración**

© Ministerio de Educación  
Av. Amazonas N34-451 y Av. Atahualpa  
Quito-Ecuador  
[www.educacion.gob.ec](http://www.educacion.gob.ec)

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA**

Ministerio de Educación



# GUÍA DOCENTE

## 1. Introducción

La siguiente guía tiene como objetivo dar a conocer los elementos necesarios para que el cuerpo docente de una institución educativa ejecute esta guía en estudiantes de bachillerato. Los temas a tratarse son: el cáncer, la proliferación celular, las progresiones y los autómatas celulares.

## 2. Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto STEAM está en que los estudiantes tomen el rol de un gestor que pertenece a un grupo de artistas visuales que realizan proyectos de arte, ciencia y tecnología, los cuales están interesados en representar en una pieza gráfica la proliferación de un cáncer a nivel celular y la importancia de las quimioterapias y radioterapias para frenar o disminuir el proceso, para hacerlo el asesor científico del grupo comenta sobre la teoría de proliferación celular y los autómatas celulares y cómo desde esa mirada es posible recrear artísticamente un modelo de la evolución de las células cancerígenas en el cuerpo humano.

## 3. Metodología del proyecto

Este es un proyecto teórico-práctico desarrollado a través de la estrategia didáctica del Aprendizaje Basado en Proyectos, el aula invertida (flipped classroom) y el aprendizaje cooperativo. Este proyecto está diseñado para ser trabajado por semanas, en las cuales los docentes deben estar atentos con las entregas para que ningún grupo se atrase en su envío.

Para la formación de los equipos cooperativos (mínimo 2 personas, máximo 4), se recomienda que se distribuyan cubriendo necesidades tecnológicas: donde al menos uno de

# STEAM

los estudiantes cuente con acceso a internet y computador, otro que al menos tenga la posibilidad de conectividad a redes sociales a través del smartphone o una tablet y otro estudiante que no cuente con ningún acceso a conectividad. Esto puede variar dependiendo las necesidades de la Institución y los recursos tecnológicos con los que cuente el estudiante en la Institución y en su hogar. Debe recordarse que para los equipos cooperativos que no cuentan con conectividad está la guía auxiliar como apoyo en algunas actividades que requieren investigar o averiguar sobre algún tema.

Cada miembro del equipo cooperativo debe tener uno de los siguientes roles:

- **Gestor:** es la persona que encabeza el proyecto, revisa fechas de entrega, hace realimentación y reflexiones sobre el trabajo realizado, presenta los avances, revisa pendientes, apoya los demás roles, distribuye el trabajo con respecto a las habilidades de los integrantes y tiene responsabilidad en todos los campos.
- **Artista-creativo:** es la persona encargada de crear y diseñar los prototipos u obras que sean en 2D o 3D, su punto fuerte es poder plasmar las ideas de los demás y las suyas, convirtiéndolas en un producto tangible. Ayuda a resolver problemas cualitativos.
- **Asesor Científico:** su fortaleza son los procesos lógicos-matemáticos, realizar operaciones matemáticas, entender fenómenos científicos. Ayuda a resolver problemas cuantitativos.



- **Buscador (seeker):** es la persona que tiene gran habilidad en buscar e identificar información válida y correcta de diferentes fuentes o recursos. Su especialidad es consultar e investigar sobre el tema que le asignen. Ayuda a brindar y discriminar información para resolver problemas cuantitativos y cualitativos.

Los temas se explican en la guía del estudiante, que tendrá la distribución de trabajo por semanas, el formato de cómo entregar el documento, los recursos y la rúbrica de lo que le será evaluado.

Los temas que los estudiantes revisarán en este proyecto serán:

1. Cáncer y respuesta inmunitaria
  - 1.1 ¿Qué es el cáncer?
  - 1.2 Sobre la quimioterapia y radioterapia
  - 1.3 Respuesta inmunitaria
2. Proliferación y sucesiones
  - 2.1 Proliferación celular alterada y ADN
  - 2.2 Sucesiones
  - 2.3 Ejemplo de sucesión sencillas aplicadas en las células
3. Autómatas celulares
  - 3.1 ¿Qué son?
  - 3.2 Creación de autómatas celulares sin computador
  - 3.3 Autómatas y proliferación celular
  - 3.4 Autómatas y arte
  - 3.5 Diseño de pieza artística

# STEAM

## 4. Mapa curricular

### Mapa curricular/STEAM

#### ODS Objetivo 3: Salud y bienestar

OG.ECA.4. Asumir distintos roles y responsabilidades en proyectos de interpretación y/o creación colectiva, y usar argumentos fundamentados en la toma de decisiones, para llegar a acuerdos que posibiliten su consecución.

O.M.5.5. Valorar, sobre la base de un pensamiento crítico, creativo, reflexivo y lógico, la vinculación de los conocimientos matemáticos con los de otras disciplinas científicas y los saberes ancestrales, para así plantear soluciones a problemas de la realidad y contribuir al desarrollo del entorno social, natural y cultural.

O.CN.B.5.9. Apreiciar el desarrollo del conocimiento científico a lo largo del tiempo, por medio de la indagación sobre la manera en que los científicos utilizan con ética la Biología en un amplio rango de aplicaciones, y la forma en que el conocimiento biológico influye en las sociedades a nivel local, regional y global, asumiendo responsabilidad social.

O.CN.B.5.10. Valorar la ciencia como el conjunto de procesos que permiten evaluar la realidad y las relaciones con otros seres vivos y con el ambiente, de manera objetiva y crítica.

O.M.5.2. Producir, comunicar y generalizar información, de manera escrita, verbal, simbólica, gráfica y/o tecnológica, mediante la aplicación de conocimientos matemáticos y el manejo organizado, responsable y honesto de las fuentes de datos, para así comprender otras disciplinas, entender las necesidades y potencialidades de nuestro país, y tomar decisiones con responsabilidad social.

Componentes STEAM	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
S	CN.B.5.1.11. Usar modelos y describir la función del ADN como portador de la información genética que controla las características de los organismos y la transmisión de la herencia, y relacionar el ADN con los cromosomas y los genes.	CN.B.5.5.7. Buscar, registrar y sistematizar información de diversas fuentes sobre el cáncer, y relacionarlo con el proceso de proliferación celular alterada.		
	CN.B.5.5.7. Buscar, registrar y sistematizar información de diversas fuentes sobre el cáncer, y relacionarlo con el proceso de proliferación celular alterada.			
	CN.B.5.4.11. Interpretar la respuesta del cuerpo humano frente a microorganismos patógenos, describir el proceso de respuesta inmunitaria e identificar las anomalías de este sistema.			

# STEAM

A	LL.5.3.5. Consultar bases de datos digitales y otros recursos de la web con capacidad para seleccionar fuentes según el propósito de lectura y valorar la confiabilidad e interés o punto de vista de las fuentes escogidas.		
	CS.H.5.1.8. Describir y evaluar la influencia de la elaboración de herramientas en la transformación biológica y social del ser humano.		
M		M.5.1.53. Identificar sucesiones numéricas reales, sucesiones monótonas y sucesiones definidas por recurrencia a partir de las fórmulas que las definen.	
		M.5.1.55. Aplicar los conocimientos sobre progresiones aritméticas, progresiones geométricas y sumas parciales finitas de sucesiones numéricas para resolver aplicaciones, en general y de manera especial en el ámbito financiero, de las sucesiones numéricas reales.	
		ECA.5.1.1. Realizar producciones artísticas (una canción, un dibujo, una escultura, un monólogo, una instalación, etc.) a partir de temas de interés personal o social, cuestionamientos, preocupaciones o ideas relevantes para la juventud.	

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN





Hay que realizar algunas observaciones con respecto al mapa curricular; lo primero es que no existen destrezas con criterios de desempeño explícitas para el componente de tecnología e ingeniería, lo que es una oportunidad para que estos dos componentes sean transversales a los proyectos que se quieran realizar, teniendo en cuenta el campo de trabajo de cada uno, según lo revisado en la ruta epistemológica. En el componente de artes se encuentran varias destrezas de las áreas de humanidades que pueden ser trabajadas de manera transversal, la destreza con criterios de desempeño C.S.H. 5.1.8 de Historia está estrechamente vinculada a la reflexión permanente que debe existir sobre la tecnología desde la perspectiva instrumental, por eso a partir de ella se pueden generar varios debates enfocados a tecnología y sociedad.

### *5. Entregables, avances por semana y actividades por realizar*

Durante cada semana los estudiantes deberán enviar parte del proceso o desarrollo de la guía, sea de manera virtual o física según las particularidades del estudiante y criterio del docente.

#### *Semana 1:*

Para la primera semana es necesario que las y los estudiantes hayan revisado la parte teórica del cáncer, tienen que realizar algunas investigaciones muy sencillas para reforzar el tema del cáncer y el sistema inmune.

El trabajo del docente estará enfocado en resolver dudas, verificar progresos, apoyar a los estudiantes que no hayan podido avanzar en la guía y mantener motivados a los y las estudiantes con el proyecto.

Las actividades de los estudiantes para la primera semana son:

- A. Revisar la diferencia de las inyecciones intramusculares y subcutáneas.

# STEAM

- B. Revisar las diferencias y características principales de las células inmunológicas: Macrófagos, neutrófilos, células T y B.

## *Semana 2:*

El equipo cooperativo se concentrará en las asignaturas de Matemática y Biología: revisará la parte teórica de la proliferación celular y reforzará el tema de sucesiones.

Las actividades de los estudiantes para la segunda semana son:

- A. Para fortalecer este concepto encuentra el término 100, 200 de la sucesión  $a_n = 2 \cdot n$
- B. Escribe los 5 primeros términos de la sucesión  $a_n = (2 \cdot n) + 1$
- C. Busca otras fórmulas de sucesiones y comprueba sus primer, tercer y quinto término.

## *Semana 3:*

En esta semana los estudiantes aprenderán sobre autómatas celulares sin la necesidad de usar computador, un poco de su teoría y varios ejercicios prácticos.

Las actividades de los estudiantes para la tercera semana son:

- A. Modificar la regla o la ubicación de las células muertas y muestra la evidencia de cómo cambiar, pueden hacer uso de una hoja de Cálculo o en una hoja que tenga cuadrícula.
- B. Realizar el mismo ejercicio en una matriz (cuadrícula) de  $6 \times 6$  y agrega otra regla para el crecimiento de las células muertas, haz mínimo 5 iteraciones y máximo 10.
- C. Buscar la biografía de una artista ecuatoriana contemporánea, adjuntar algunas de sus obras.
- D. Diseño de la pieza:

Para finalizar los estudiantes deben realizar la pieza visual sobre la proliferación del cáncer a nivel celular, como es una pieza artística el estudiante es libre de usar el tamaño de cuadrícula que quiera, también pueden elegir con el equipo si hacerla a mano o usar una hoja de cálculos. Solo debe tener en cuenta los siguientes parámetros y consejos:

1. Usar una matriz de mínimo 7X7 y máximo 20X20, coloca la célula cancerígena en la ubicación que quieras.
2. Una célula cancerígena (usa el color de preferencia) se multiplica según la sucesión  $a_n = 2^n$  pero mantiene su tamaño de 1X1
3. Realizar mínimo 10 iteraciones máximo 30.
4. Cada tres iteraciones la persona asiste a una quimioterapia donde le aplican una proteína inhibidora de crecimiento, entonces cada 3 iteraciones al 50% de las células cancerígenas que tenga tu autómata rodearlas con un color diferente, esas células ya no podrán seguir creciendo. Pueden iniciar la quimioterapia en la iteración que quieran. Si tiene el suficiente tiempo pueden hacer dos ejercicios con un autómata que inicia el proceso en la tercera iteración y otro que inicie la quimio en la séptima iteración.
5. Revisar la corriente artística del cubismo y el pixel art como fuente de inspiración.
6. Si el estudiante desea agregar otra regla.
7. Usa diferentes colores para diferenciar las células vivas (normales), cancerígenas y los inhibidores. Por ejemplo puedes usar colores cálidos para las células vivas, colores fríos para las células cancerígenas y algún color que complemente para los inhibidores.



# STEAM

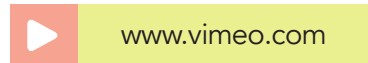
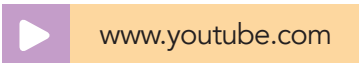
## *Semana 4:*

En la cuarta semana los estudiantes envían su trabajo escrito y el video explicando como quedó su pieza artística teniendo en cuenta los consejos dado en el apartado D de la semana 3.

Esta semana el docente debe empezar a recibir de manera virtual o física la documentación final con las respuestas a las preguntas que se solicitan en la guía del estudiante y las gráficas de la encuesta.

### **Video:**

- A. Con el equipo de trabajo debe realizar un video de máximo 3 minutos (no puede ser mayor a 3 minutos, ni por un par de segundos puesto que no se tomará en cuenta) donde se presenten cada miembro del equipo y su respectivo rol, y el gestor del equipo explique y muestre los resultados de todas las iteraciones del autómata celular y como quedó la pieza final, también debe explicarnos que reglas usó o si agregó otra. Subir el video y compartir el enlace en alguna de las siguientes plataformas:



Dejar el enlace como vínculo privado, es decir, que solo las personas con el enlace pueden ver el video. Si ninguno del equipo cuenta con acceso a Internet deben preparar la exposición para hacer la presentación del trabajo en la Institución.

Entregar solo un formato por equipo de trabajo.

### **Documentación:**

Para reflexionar:

- B. Cada miembro del equipo debe responder estas preguntas:  
¿Cuál fue tu temática favorita de la guía? ¿Qué aprendizaje te llevas? ¿Cuál fue la temática que más te costó realizar o entender?
- C) Cada miembro del equipo debe responder estas preguntas:  
¿Consideraría que el arte y las matemáticas van de la mano?  
¿Te sirvió este proyecto para quitarte mitos y aprender más del cáncer? ¿Considerarías estudiar una carrera enfocada en la medicina, genética, biología, matemáticas o artes? ¿Por qué?

### 6. Rúbrica de evaluación

En el presente protocolo de evaluación encontrará dos rúbricas, las cuales son dependientes entre sí, la primera rúbrica indica la escala de desempeño del estudiante durante la realización, ejecución y entrega final del proyecto interdisciplinar, la escala está dividida en cuatro ítems de desempeño, muy superior, superior, medio y bajo, los cuales se relacionan directamente con los indicadores de evaluación presentes en la tabla 2 rúbrica de evaluación del proyecto.

El objetivo de la presente rúbrica, es asociar las destrezas con desempeño a los componentes de estudio, estableciéndose de tal forma, que, sometidos a una graduación, permitan comprobar el nivel de desarrollo de las temáticas planteadas.

Cabe anotar que los indicadores de evaluación son consecuentes con las DCD planteadas en el Mapa curricular STEAM.

# STEAM

Tabla 1 Escala de desempeño del estudiante

Escala	Da cuenta de
Muy superior	El desempeño del estudiante demuestra apropiación y desarrollo de los temas estudiados en relación con el indicador de evaluación de manera muy superior a lo esperado.
Superior	El desempeño del estudiante demuestra apropiación y desarrollo de los temas de estudio en su totalidad en relación con el indicador de evaluación.
Medio	El desempeño del estudiante demuestra una apropiación y desarrollo aceptable, aunque se evidencian algunas falencias en los temas de estudio con relación al indicador de evaluación.
Bajo	El desempeño del estudiante demuestra falencias y vacíos en la apropiación y desarrollo de las temáticas estudiadas en relación al indicador de evaluación.

La segunda tabla es la rúbrica analítica que ayuda a evaluar el desempeño del estudiante en cada uno de los componentes STEAM también permite evaluar la parte formativa del equipo cooperativo. El estudiante completará la coevaluación y la autoevaluación y tendrá acceso a los resultados de la rúbrica para mejorar su proceso de aprendizaje.

## Rúbrica 2

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

		Aspectos a evaluar	Nivel de desempeño			
			Muy superior	Superior	Medio	Bajo
Indicadores de evaluación						
S	Comprende y evalúa la respuesta del cuerpo humano frente a microorganismos y patógenos describiendo el proceso de respuesta inmunitaria e identificando las anomalías del sistema.					

Componentes y Destrezas	T	Estudia, analiza y comprende la relación entre los procesos de autómatas celulares como parte de las ciencias de la computación y los procesos relacionados con microorganismos y patógenos.				
	E	Construye una serie de iteraciones a partir del estudio de los autómatas celulares y la relación entre los procesos biológicos estudiados.				
	A	Comprende la transformación biológica y social del ser humano entablando relaciones artísticas demostradas en la creación de una obra plástica.				
	M	Comprende las progresiones aritméticas, las sucesiones y hace uso de estos conceptos en la aplicación de ellos en autómatas celulares.				
Aspectos Formativos	Componentes y Destrezas	Es respetuoso con su área de trabajo, materiales, su proceso y el de sus compañeros.				
		Demuestra compromiso y puntualidad en la realización y entrega del proyecto.				
		Durante el desarrollo y presentación del proyecto intervienen todos los miembros del grupo participando activamente y en igual medida.				
	Co-evaluación	Acepta y considera las opiniones del resto del grupo con respeto y tolerancia.				
		Es responsable y comprometido con su labor asignada dentro del proyecto valorando específicamente el esfuerzo individual y colectivo.				
		Forma parte activa de las dinámicas establecidas por el grupo generando propuestas que mejoran el aprendizaje cooperativo.				

# STEAM

Aspectos Formativos	Autoevaluación	Analiza la información obtenida de fuentes consultadas extrayéndola de manera rigurosa y ordenándola sistemáticamente.				
		Realizo valoraciones y emito juicios en relación al tema de estudio de forma respetuosa y pertinente de manera que aportan al desarrollo del proyecto.				
		Participo activamente en la exposición del proyecto presentando los principales hallazgos de manera clara, rigurosa y coherente.				

## 7. Recursos y recomendaciones para los docentes:

- A. Es necesario trabajar el componente motivacional de los equipos cooperativos, ayudarlos a que no desistan.
- B. Debe recordarse que no se tiene que comprar materiales costosos para realizar el autómatas celular y realizar las iteraciones.
- C. En las sesiones presenciales puede darle un tiempo a los equipos cooperativos para que se reúnan y comenten sobre los avances que tienen, estos tiempos son importantes si el equipo cooperativo no cuentan con conectividad para comunicarse.
- D. De verlo necesario puede tomar una sesión presencial para realizar una clase teórica sobre un tema que crea que debe fortalecer con respecto a la guía y aclarar algún término o concepto nuevo.
- E. Es muy probable que los estudiantes no sean conscientes sobre la importancia de respetar los plazos, hay que hacer mucho hincapié en que si deja todo para último momento, probablemente no van a poder realizar todo el trabajo. Además, la planificación y administración del tiempo son herramientas en la formación de los estudiantes.
- F) Cuando se toca el tema del cáncer hay estudiantes que puedan sentirse sensibles.
- G) El siguiente video puede servir de guía para entender mejor el concepto de los autómatas celulares:

<https://www.youtube.com/watch?v=vOjmmNa84ww>