



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

**Desarrollo de material práctico y didáctico para cultivo de células
animales**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Vargas Pineda, Lorena Nataly

DIRECTORA: Bailón Moscoso, Natalia Catalina Dra.

LOJA – ECUADOR
2013

CERTIFICACIÓN

Doctora.

Natalia Catalina Bailón Moscoso

DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

C E R T I F I C A:

Que el presente trabajo, denominado: "Desarrollo de material práctico y didáctico para cultivo de células animales" realizado por el profesional en formación: Vargas Pineda Lorena Nataly; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, octubre del 2013

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“ Yo Vargas Pineda Lorena Nataly declaro ser autor (a) del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor: Vargas Pineda Lorena Nataly

Cédula: 1104297112

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, gracias a Él por darme la vida y la oportunidad de explorar este mundo. A mis abuelitos: Luz Marieta y Miguel, que desde el cielo me llenan de sus bendiciones. A mi angelita Nani a la que la recuerdo mucho y; de manera muy especial a mi madre Elvia por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias a su apoyo, amor y consejos me es posible culminar mi meta universitaria.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Particular de Loja, Titulación de Bioquímica y Farmacia, por su gran labor en la formación estudiantil y su apoyo a la investigación.

A la Dra. Natalia Bailón, directora de este trabajo de investigación, por su apoyo constante y por estar siempre dispuesta a resolver mis inquietudes. Gracias por ser mi guía y ejemplo de superación.

A mi madre, mi motor de vida, quién me ha motivado a luchar y alcanzar mis sueños.

A Leonardo, por su apoyo incondicional.

A mis compañeros del Laboratorio de Genotoxicología, quienes me han brindado su apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
Carátula	i
Certificación	ii
Declaración de autoría y cesión de derechos	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de Contenidos	vi
Abreviaturas	ix
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
CAPÍTULO 1	5
1. Marco teórico	6
1.1. Buenas prácticas docentes (BPD)	6
1.2. Fases de las BPD	
1.2.1. Momento preactivo	7
1.2.2. Momento activo	7
2.2.3. Momento posactivo	7
1.3. Factores que facilitan la realización de buenas prácticas	8
1.4. Tecnología y educación	9
1.4.1. Tecnologías de Información y comunicación	10
1.4.2. Características de las NTIC	12
1.4.3. TIC y educación	13
1.4.4. Aportaciones de las TIC a la educación	14
1.4.5. Aplicaciones de las TIC	15
1.5. La Educación superior	20
1.6 Biotecnología	21
1.6.1 Estrategias para la enseñanza de la Biotecnología	22
1.6.2. Los laboratorios virtuales	24
1.7. Cultivos celulares	25

1.7.1. Evolución de los cultivos celulares	27
1.7.2. Clasificación del cultivo celular	30
1.7.3. Ventajas y desventajas de los cultivos celulares	30
CAPÍTULO 2	31
2. Fin del proyecto	32
2.1. Propósito del proyecto	32
2.2. Componentes del proyecto	
CAPÍTULO 3	33
3. Materiales y Métodos	34
3.1. Banco de líneas celulares	34
3.1.1. Medio de cultivo y mantenimiento celular	34
3.1.2. Técnica de criopreservación	34
3.2. Diseño del manual	34
3.3. Elaboración de placas	35
3.4. Videos	35
3.5. Encuesta	36
3.5.1. Sujetos a prueba	36
3.5.2. Análisis de datos	37
CAPÍTULO 4	38
4. Resultados	39
5. Discusión	41
CAPÍTULO 5	42
6. Conclusiones	45
CAPÍTULO 6	46
7. Bibliografía	47
8. Anexos	55
8.1. Encuesta sobre la calidad de los videos y su relación con la teoría	55
8.2. Lista de Banco de Líneas Celulares	56
8.3. Lista de placas	57
8.4. Direcciones Web de los Videos en el YouTube	58
8.5. Recopilación de imágenes de células y placas	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA.	PÁG.
1. Fases de las Buenas Prácticas Docentes	7
2. Esquema de las TIC	11
3. Evolución de los cultivos celulares	26

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA.	PÁG.
1. Ventajas y desventajas de las TIC.	14
2. Ventajas y limitaciones de las aplicaciones de la TIC en educación	17
3. Resultados de la comparación de la percepción de los alumnos.	40

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA.	PÁG.
1. Porcentaje de percepción de los alumnos acerca de los videos.	39
2. Comparación de las calificaciones de los reportes, resultados prácticos y evaluación final.	40

ABREVIATURAS: SIGNIFICADO – ESPAÑOL

- **Agro-Bio:** Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola
- **BPD:** Buenas Prácticas Docentes
- **CHO:** Línea celular de Ovario de Hamster Chino
- **CIAT:** Centro Internacional de Agricultura Tropical
- **DMSO:** Dimetil sulfóxido
- **GI:** Grupo de Intervención
- **GC:** Grupo control
- **HAM:** Medio enriquecido para cultivo celulares
- **N₂:** Nitrógeno Líquido
- **NTIC:** Tecnologías de Información y Telecomunicación
- **PEC:** Proyecto Educativo de Centro
- **RPMI:** Medio Roswell Park Memorial Institute - medio base usado para cultivos celulares
- **SFB:** Suero fetal bovino.
- **TIC:** Tecnologías de Información y Telecomunicación
- **U-937:** Línea celular de linfoma histiocítico
- **UPN:** Universidad Pedagógica Nacional

Resumen

Los cambios realizados durante los últimos años en el sistema educativo, están estrechamente enlazados con la evolución humana, social y tecnológica. A partir de ahí, se emprende la necesidad de incorporar herramientas metodológicas en la enseñanza de la Biotecnología, las TIC podrían ayudar en gran medida. El presente estudio consistió en elaborar una guía metodológica y videos de las prácticas a desarrollar en la asignatura de Cultivo de Células Animales en la titulación de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Técnica Particular de Loja. Se evaluó su impacto en dos grupos de estudiantes; y se analizó la relación, entre la metodología aplicada, las calificaciones y destrezas logradas por los estudiantes. Los resultados muestran una buena aceptación de los estudiantes al uso de esta metodología. Observamos diferencias en la comprensión de los objetivos y los resultados obtenidos en las prácticas, relacionados con la competencia de la materia. Sin embargo no hubo diferencias significativas en la evaluación final. El 94% de los estudiantes recomiendan la aplicabilidad de este tipo de estrategia educativa y sugieren extender su generación en otras cátedras como parte de buenas prácticas docentes.

Palabras claves: Aprendizaje; Biotecnología; guía metodológicas; Cultivo de células animales; prácticas; Tecnologías de Información y Telecomunicación (TIC); videos.

Abstract

Changes made along the last few years in educative system, are closely linked to human evolution, social and technological. From there, it start the need to incorporate methodological tools of biotechnology teaching, the ICT could help greatly. The present study it developed a handbook and videos practices to develop in the course of Animal Cell Culture in the race of Biochemistry and Pharmacy of the Universidad Técnica Particular de Loja. It evaluated its impact in two groups of students, and analyzed the relationship between the applied methodology, qualifications and skills acquired by the students. The results show good acceptance of students to the use of this methodology, also consider that the videos help the understanding of the practical processes. We observed differences in the understanding of the objectives and the results obtained in the practices, related to the competition of the subject. However, no significant difference in the final evaluation. The 94% of student recommend the applicability of this type of educational strategy and they suggest expand its generation other departments as part of good teaching practices.

Keywords: Biotechnology, Culture of Animal Cells, handbook, ICT, practical, teaching, videos.

Introducción

En las últimas décadas las tecnologías de información y comunicación (TIC) han mejorado drásticamente la forma de la enseñanza en las aulas a nivel de superior. En parte, esto resulta porque el profesorado se enfrenta cada año a un nuevo grupo de alumnos, por este motivo tienen que buscar nuevas estrategias educativas que permitan mejorar su calidad docente. Otra razón que estimula el uso de las tecnologías es que las universidades han adquirido los medios y el personal, especializados para la nueva era del Internet, sin dejar a un lado los medios tradicionales (audio y video).

A partir de ahí, se emprende la necesidad de buscar nuevas alternativas que permitan lograr un óptimo aprendizaje en los estudiante, a través de las buena prácticas docentes. Para llevar a cabo las actuales políticas educativas se debe tomar en cuenta elementos indispensables como la innovación, calidad y modernización, mediante el acceso a información actualizada; como es el caso de la Biotecnología, que ha permitido descubrir avances tecnológicos, en un conjunto de actividades productivas como la agrícola «biotecnología verde», la medicina «biotecnología roja», la industria «biotecnología blanca». Éste conjunto de tecnologías basadas en el conocimiento se aplican en múltiples aspectos de la vida cotidiana y se ha convertido en una ciencia importante en el desarrollo socioeconómico de los países.

La enseñanza de la Biotecnología en los establecimientos educativos es relativamente nueva en los países en vías de desarrollo. A diferencia de los países europeos que se han centrado en crear portales educativos en Internet que ayudan a simular ciertos procesos prácticos; pero muchas de las veces éstos recursos están alejados de las metodologías prácticas de cada establecimiento educativo. Los nuevos modelos pedagógicos basados en metodologías virtuales están inclinados en la didáctica de las ciencias experimentales y a los objetivos procedimentales, que persiguen el desarrollo de determinadas destrezas intelectuales en relación con los procesos científicos.

La biotecnología constituye una herramienta fundamental tanto en la investigación como en el diagnóstico de varios problemas de salud, agrupa numerosas disciplinas tanto de las Ciencias Básicas (Biología Celular, Fisiología, Bioquímica, Genética, Inmunología, Microbiología, Virología) como de las Ciencias de la Salud (Oncología, Farmacología, Toxicología, Terapia Celular, entre otras). El *Cultivo de células animales*, permite mantener un tipo específico de células provenientes de tejidos u

órganos animales, normales o tumorales, que posteriormente son colocadas en un ambiente artificial que favorece su división, crecimiento, multiplicación y en algunos casos su diferenciación.

Los métodos y sus aplicaciones en diversas tecnologías, han experimentado un importante desarrollo, presentando numerosas ventajas frente a la investigación con animales vivos, como facilitar la regulación de las condiciones fisicoquímicas, relacionar las condiciones fisiológicas que la célula presenta dentro del organismo, y un ahorro económico de reactivos. No obstante, hay que considerar que durante la enseñanza de las ciencias, la asociación entre teoría y trabajo práctico se entiende como una relación de necesidad y es asumida por la mayor parte del profesorado como una exigencia natural de su propia formación profesional, hasta el punto de considerarse “incompleta” una enseñanza meramente teórica.

En la Universidad Técnica Particular de Loja, se imparte la cátedra de Biotecnología de Células Animales para las carreras de Bioquímica y Farmacia y Biología, con la finalidad de implementar buenas prácticas docentes, se elaboró un manual, material visual y material biológico para todas las prácticas a desarrollar en el componente académico. El propósito de este proyecto es ayudar al estudiante a mejorar sus destrezas para que al final del curso sean capaces de *manipular, caracterizar e identificar cultivos de células animales tanto de un explante primario como de las líneas celulares en monocapa y suspensión*; y finalmente valorar como el uso de los videos estimulan al alumno a mejorar sus destrezas en el laboratorio y facilitando la adquisición de la competencia fijada.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1. Marco teórico

1.1. Buenas prácticas docentes.

Las “buenas prácticas” son equiparables al término anglosajón *best practices* y al francés *bonne pratique*, que hace referencia a “algo que funciona y que ha obtenido los resultados esperados”. Una buena práctica es una manera de actuar, mejorar e innovar el modelo presente y ofrecer resultados concluyentes de lo que se ha realizado hasta el momento (Anne et al., 2003; Pons & Ramírez, 2007). Las buenas prácticas permiten relucir aquellas actuaciones que producen un cambio positivo en los métodos de actuaciones tradicionales.

La innovación, calidad y modernización son elementos indispensables para llevar a cabo las actuales políticas educativas. Una “buena práctica” es una iniciativa o un modelo de actuación exitoso que mejora los procesos y los resultados educativos de los alumnos.

Los procesos de calidad docente en relación con las buenas prácticas docentes (BPD), hace referencia a las intervenciones educativas que facilitan el desarrollo de actividades de aprendizaje, en las que se logren cumplir los objetivos planteados inicialmente. Para ello, se debe realizar un cambio durante la construcción del conocimiento, configurar los nuevos sistemas de enseñanza-aprendizaje y de esta manera poder transformar la cultura y calidad universitaria, implementando las buenas prácticas que proporcionen a la institución una actitud de cambio e innovación en su contexto de referencia (Marqués, 2001; Pablos, 2008).

1.2. Fases de las buenas prácticas docentes.

Las buenas prácticas docentes, pasan por diferentes momentos que definen su potencialidad e interacción con los procesos de calidad docente: 1. Momento preactivo 2. Momento activo 3. Momento postactivo (**Figura 1**) (Marqués, 2005; Barcos & Trías, 2011)

1.2.1. Momento preactivo.

El momento preactivo, antes de la intervención docente. El profesor habrá de tener en cuenta:

- Las características grupales e individuales de los estudiantes (conocimientos, estilo cognitivo e intereses).
- La definición previa de los objetivos a alcanzar, en relación con las posibilidades de los educandos y la adecuada preparación, selección y secuenciación de los contenidos concretos que se tratarán.
- El conocimiento de diversos recursos educativos aplicables, la selección y preparación de los que se consideren pertinentes en cada caso. El uso de recursos

educativos adecuados casi siempre aumentará la potencialidad formativa de las intervenciones pedagógicas.

- El diseño de una estrategia didáctica que considere la realización de actividades de alta potencialidad con metodologías de trabajo activas y colaborativas. Estas actividades son las que promoverán interacciones entre los estudiantes y el entorno.
- La organización de un sistema de evaluación formativa que permita conocer el progreso de los aprendizajes que realicen los estudiantes, sus logros y sus dificultades.

1.2.2. Momento activo.

A partir de una explicitación de los objetivos y la metodología, se realizará un desarrollo flexible de la intervención educativa con los alumnos, adecuando la estrategia didáctica a las circunstancias coyunturales y a las incidencias que se produzcan (García, 2000; Marqués, 2001).

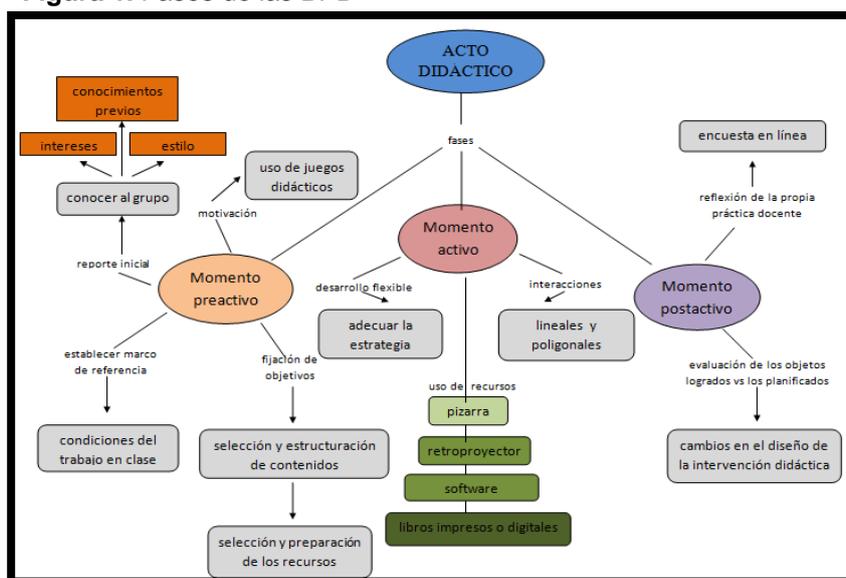
Las interacciones en el aula pueden ser:

- Interacciones lineales: exposición del profesor, tutoría o asesoramiento personalizado.
- Interacciones poligonales o en red: trabajos grupales.

1.2.3. Momento postactivo.

Después de la intervención docente, el profesor llevará a cabo una retroalimentación del proceso, analizando los resultados obtenidos y los posibles cambios a realizar para mejorar la intervención educativa en próximas ocasiones (Mayer, 2000).

Figura 1. Fases de las BPD



Fuente: Marqués, 2001.

La consideración de todos estos aspectos no garantiza la realización de una buena práctica, que en definitiva dependerá también de múltiples factores coyunturales y de la formación, características personales y ánimo del profesor; pero sin duda disponer de una buena estrategia de actuación constituirá una ayuda considerable.

1.3. Factores que facilitan la realización de buenas prácticas.

Las buenas prácticas se realizan siempre en un contexto determinado en el que pueden estar presentes determinados factores catalizadores de energías de los estudiantes y profesores (AAEE, 2012). Algunos de estos factores son los siguientes:

- **Factores relacionados con los alumnos**
 - Grado de homogeneidad de los alumnos: características, intereses, conocimientos previos.
- **Factores relacionados con el profesorado**
 - Habilidad del profesorado en el uso de las TIC.
 - Habilidad didáctica del profesorado en el diseño y gestión de intervenciones formativas.
 - Conocimiento de los recursos disponibles
 - Motivación por su trabajo.
 - Actitud investigadora e innovadora en el aula.
- **Factores relacionados con el centro docente**
 - Infraestructuras físicas del centro aceptables.
 - Existencia de salas de estudio para los estudiantes (ordenadores y acceso a Internet).
 - Biblioteca
 - Disponibilidad de "pizarra electrónica" (ordenador multimedia con conexión a Internet y cañón de proyección) en algunas aulas.
 - Adecuada dotación de recursos educativos: programas de uso general, software específico, vídeos, libros.
 - Presencia de las TIC en el Proyecto Educativo de Centro (PEC)

1.4. Tecnología y educación.

La tecnología educativa nace en el seno de la Psicología y ha sido esta una madre que le ha plasmado un fuerte carácter, viendo así condicionada su evolución por los cambios significativos del conductismo al cognitvismo. A ello se le añade la influencia de las teorías curriculares que han ido igualmente evolucionando desde paradigmas positivistas hacia enfoques hermenéuticos y críticos (Martínez & Prendes, 2004).

Por otra parte las concepciones tecnológicas marcadas por perspectivas industriales y aplicadas al terreno educativo, marcaron la vida de la Tecnología Educativa, provocando numerosas críticas positivas y racionalistas, que nos lleva a entender que es una disciplina en relación con la construcción de la ciencia, el desarrollo técnico y el desarrollo social, tramando así una maraña de interrelaciones e interinfluencias en la cual se hace válida la metáfora acerca de la necesidad de contemplar la tecnología en su escenario, como un hilo de un tejido y no como aquello que lo teje (Álvarez, *et. al.*, 1993).

La tecnología adquiere un papel básico en la construcción del mundo, esto no rige ni admite su visión como conocimiento aplicado o como uso de máquinas y artefactos, esta es una variable más, que forma parte de los sistemas sociales y por tanto no escapa a influencias políticas, culturales, económicas e ideológicas. La tecnología, es comprometida y participativa en el marco de lo que se ha denominado como sociosistema (Martínez, 1994). Esto asume la primera ley de Kranzberg, "la tecnología no es buena ni mala, ni tampoco neutral" (Castells, 1997).

La tecnología, la educación y desarrollo sostenible son asuntos plenamente distintivos de nuestro tiempo actual; contemplados desde una óptica escolar y educativa, simultáneamente representan, vías provechosas y motivos diversos de preocupación. Los discursos sobre las tecnologías se han realizado desde las perspectivas técnicas, instrumentales, y las catastrofistas. Las primeras se han centrado en presentar las bondades tecnológicas que las tecnologías de información y comunicación (TIC) tienen para representar información y ofrecerla a través de diferentes sistemas simbólicos y códigos, actos comunicativos y formativos más cómodos, atractivos y motivadores; mientras que la perspectiva catastrofista nos sumerge a representar las manipulaciones y colonizaciones culturales (Martínez & Prendes, 2004). Es decir, no tenemos que percibir las tecnologías como instrumentos técnicos, sino como instrumentos culturales de la mente y formativos; y de esta manera comprender el funcionamiento de las TIC en la sociedad del conocimiento y del aprendizaje.

Las tecnologías de información y comunicación influye en todos los sectores de la sociedad, desde el económico al cultural, desde el político al formativo, abriendo nuevas formas de interaccionar entre las personas, nuevas estrategias de formación y nuevas formas de ocio y diversión. Por ello, el ser humano debe formarse si no quiere ser parte de la historia.

1.4.1. Tecnologías de Información y comunicación (TIC).

Las revisiones bibliográficas disponibles actualmente en relación con las nuevas tecnologías de información y educación presenta diferentes definiciones de las TIC. Los elementos comunes en la mayoría de estas definiciones son **1.** la relación de los diferentes avances tecnológicos implicados en las TIC **2.** la descripción de las aplicaciones que estos avances han generado (Canales, 2006).

De esta manera encontramos a González *et al.*, (1996), que al referirse a las tecnologías de la información y de la comunicación las sitúa como el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (*hardware* y *software*), soportes de la información y canales de comunicación, relacionada con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información de forma rápida y en grandes cantidades.

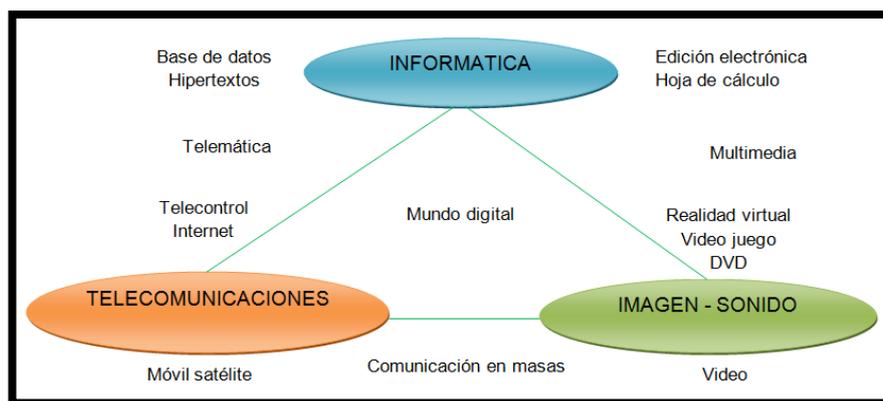
Se utiliza el término “tecnologías de la información y comunicación” al referirse a diferentes instrumentos técnicos como programas informáticos y materiales de telecomunicaciones en forma de computadoras, cámaras digitales, asistentes personales digitales, teléfonos, grabadoras de CD y DVD, radio, televisión, además de programas como bases de datos y aplicaciones multimedia, los cuales permiten recuperar, almacenar, organizar, manejar, producir, presentar e intercambiar información por medios electrónicos y automáticos de manera instantánea.

Cabero (2000) hace hincapié entre nuevas tecnologías (vídeo e informática) y tecnologías avanzadas; término utilizado por diversos autores para diferenciar las nuevas (multimedia, televisión por cable y satélite, CD-ROM, hipertextos). Sin embargo, el hecho de utilizar el término "nuevo" es caduco en su concreción temporal. Por lo que algunos autores han empezado a discriminar entre diferentes niveles dentro de ellas; así por ejemplo Ortega (1997) discrimina entre tecnologías convencionales (dicción oral, escritura, manual, dibujo, pintura,...), nuevas tecnologías (diaporamas y audiovisuales, prensa...) y tecnologías avanzadas (diseño y animación informática, acceso a bibliotecas virtuales y navegación a través de redes, ...); Tirado (1997) distingue entre nuevas tecnologías y tecnologías avanzadas, indicando que las últimas son aquellas que poseen los atributos respecto a las anteriores de interactividad multimedia frente a la interactividad monomedia de las denominadas “nuevas”; o la de Martínez (1994) que llama la atención al referirse: "nuevas tecnologías, o bien no significa nada, o significa todo, o significa el último aparato que aparece en el mercado". Otra definición matizada es la que realizan Cabero y Martínez (1995) al preferir hablar de nuevos canales de la comunicación en vez de nuevas tecnologías, ya que éstos suelen implicar la utilización de tecnologías tradicionales pero con

usos diferentes y novedosos, es decir, se refieren a la integración de las tecnologías anteriores pero de una nueva forma tanto cuantitativa como cualitativa.

UNESCO (2008) conjetura una definición más amplia de la "alfabetización tecnológica (TIC)" que comprende la adquisición de conocimientos básicos sobre los medios tecnológicos de comunicación más recientes e innovadores. En los últimos años, la propuesta se extiende y completa la definición de las tecnologías, en base al Internet que es el elemento de mayor potencialidad, por lo que en esta nueva etapa Marqués (2011), presenta las TIC como aquellos instrumentos técnicos que mediante el tratamiento de la información dan lugar a nuevos escenarios y situaciones de comunicación para obtener un resultado nuevo: *una transformación del proceso comunicativo que tiene lugar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.*

Figura 2. Esquema de las TIC



Autor: Marqués, 2011.

A partir, de la figura 2 la presente investigación se centra desde el punto de vista de los recursos que componen las TIC, en cualquiera de estos tres aspectos que conforman los vértices del triángulo: la informática, las telecomunicaciones, el sonido y la imagen. Además cada una de las intersecciones está compuesta por distintos recursos que en su mayoría son usados actualmente en la educación y algunos de ellos formarán parte de nuestro estudio como elementos TIC.

Un análisis más profundo sobre las Tecnología de Información y Telecomunicación, hace referencia a tres piezas que forman parte de un rompecabezas que construyen la creación de nuevos entornos comunicativos (Cabero,1996; Marqués, 2005, 11).

Tecnologías + información = comunicación.

Este planteamiento permite calificar como:

- **Tecnologías:** los instrumentos técnicos que deben su situación y desarrollo actual a los avances producidos en la informática, la microelectrónica, la multimedia y las comunicaciones.
- **Información:** la acción de crear, almacenar, recuperar y transmitir la información.
- **Comunicación:** la situación de generar comunicación como consecuencia de la interacción e interconexión.

Todas las definiciones engloba una nueva realidad con un nuevo escenario "*una nueva realidad educativa*".

1.4.2. Características de las Tecnologías de Información y Comunicación.

Los rasgos distintivos de estas tecnologías hacen referencia a la inmaterialidad, interactividad, instantaneidad, innovación, elevados parámetros de calidad de imagen y sonido, digitalización, influencia más sobre los procesos que sobre los productos, automatización, interconexión y diversidad (Cabero, 2005). La descripción de las características significativas de las TIC nos ayudará a entender con mayor facilidad sus aportaciones a la educación, sus repercusiones y la nueva situación educativa que generan.

Llevando a cabo un desarrollo más detallado de cada una de estas características la inmaterialidad se refiere a la característica propia del contenido de las TIC. La información es el elemento de carácter intangible; y la interconexión las posibilidades de combinación y ampliación de las opciones individuales de cada una de las tecnologías.

La interactividad construye nuevas realidades expresivas y comunicativas, desplaza el control de la comunicación del emisor al receptor, esto posibilita que los espectadores actúen de forma activa (Sancho, 2006). A las tecnologías interactivas se les asocian una serie de ventajas: reducción del tiempo y costo de aprendizaje, distribución de la información de forma más consistente que la instrucción en vivo, intimidad en la interacción individual, dirección y control del propio aprendizaje, incremento de la retención, posibilidad de explorar los contenidos peligrosos sin riesgo, incremento de la motivación, democratización de la educación (Miller, 1990).

La instantaneidad consiste eliminar las barreras espaciales. La característica referida a los elevados parámetros de imagen y sonido no sólo sobre su calidad técnica (alto grado de elementos cromáticos, número de colores definidos y sus tonalidades) sino también a la fiabilidad y fidelidad de transmisión (Pablos, 2008).

La incorporación de las nuevas tecnologías ha dado lugar a la aparición de nuevos códigos y lenguajes que, a su vez, han generado nuevas necesidades de alfabetización. Las nuevas tecnologías conllevan capacidades expresivas que permiten generar nuevos mensajes sin utilizar referentes externos y modificar el proceso de creación de un medio comunicativo (Cabero, 2005; Marqués, 2005).

La diversidad en las TIC es la característica que define la multiplicidad de tecnologías disponibles y la posibilidad de modificar, adaptar o desarrollar el software. Finalmente, la capacidad de almacenamiento tanto de datos como de sonido e imagen.

Otra característica, que aunque no influye directamente en la generación y transmisión de conocimiento describe esta nueva situación, es la reducción del costo de almacenamiento de datos y de su transmisión. La actual sociedad de la información cambia y multiplica las posibilidades de adquisición, gestión, actualización y acceso a la información.

Los entornos de aprendizaje virtuales generados por estas nuevas tecnologías presentan características fundamentales que aportan un elevado grado de flexibilidad e interactividad. Además, permiten la vinculación real a una verdadera comunidad virtual (plantear dudas al profesor, recibir sugerencias) y acceder a materiales de estudio y a fondos de recursos (Meneses, 2007).

1.4.3. TIC y educación.

El acceso a las tecnologías y a la información está creando una *brecha digital* entre quienes pueden acceder y quienes quedan excluidos; pero se debe evitar que esta genere capas de marginación como resultado de la alfabetización digital. Si bien las nuevas tecnologías proporcionan acceso a una gran cantidad de información, no hay que confundir con el saber. Para que la información devenga en conocimientos el individuo debe apropiársela y reconstruir sus propios conocimientos. Por esta razón lo primero que debe hacerse explícito es que la incorporación de las nuevas tecnologías en la educación no deben eludir la noción de esfuerzo. Los nuevos recursos informáticos pueden contribuir al desarrollo de las capacidades cognitivas de los estudiantes, pero nunca en ausencia del esfuerzo personal (Gómez, 2004).

La innovación tecnológica en materia de TIC ha permitido la creación de nuevos entornos comunicativos y expresivos que abren la posibilidad de desarrollar nuevas experiencias formativas, expresivas y educativas, posibilitando la realización de diferentes actividades no imaginables hasta hace poco tiempo. Si bien, la enseñanza en la red sólo se está

comenzando a explotarla, en algunos casos no se la explotado convenientemente para la formación encaminada a mejorar la competencia profesional de manera constante.

Las tradicionales modalidades de enseñanzas presencial y a distancia, se suma la enseñanza *en línea* (Ferro, *et. al.*, 2009). Las redes telemáticas a las que se encuentran conectados profesorado y alumnado ofrecen conducir las actividades de enseñanza-aprendizaje de manera abierta; recuperar información; afianzar la relación entre cliente-servidor; establecer comunicación entre dos personas (profesor-alumno o alumno-alumno); participar e interaccionar de manera asincrónica (se produce en tiempos diferentes) y sincrónica (la transmisión y la recepción se realizan en el mismo tiempo).

1.4.4. Aportaciones de las TIC a la educación.

El empleo de las TIC en la formación de la enseñanza superior aporta múltiples ventajas (Tabla 1.) en la mejora de la calidad docente, materializadas en aspectos tales como el acceso desde áreas remotas, la flexibilidad en tiempo y espacio para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje o la posibilidad de interactuar de diferentes maneras con la información (Ferro, *et. al.*, 2009).

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de las TIC.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Facilita las comunicaciones. • Elimina barreras de tiempo y espacio. • Flexibilidad de enseñanza. • Eleva el interés del estudiante. • Mejoran la calidad educativa. • Favorecer tanto el aprendizaje cooperativo como el autoaprendizaje. • Ahorra tiempo al docente para emplearlo en otras tareas. • Incentiva a la búsqueda constante de información. • Desarrollo constante de material didáctico. • Contribuye a conservación del medio ambiente al disminuir el uso de papel. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe una distribución equitativa de la revolución informática. • Uso de la función copiar y pegar "<i>copy/paste</i>". • Deforman el lenguaje escrito. • Ignoran las reglas ortográficas.

Una de las aportaciones más significativas de las TIC a los procesos de formación es la eliminación de las barreras espacio-temporales a las que se ha visto condicionada la enseñanza, de esta manera los estudiantes pueden plantear dudas, consultar sugerencias o enviar trabajos a su tutor, independientemente de la hora y del lugar donde se encuentren (Cañellas, 2006; Marqués, 2001). Además, incentiva a los usuarios a emprender una búsqueda permanente y análisis de reelaboración de información presente en la red, convirtiendo al estudiante en un constructor crítico de la información (Mayer, 2000).

Si bien, las TIC contribuyen a mejorar el proceso de aprendizaje-enseñanza, también tienen sus debilidades y una de las principales es que no todos los beneficios de la revolución informática están distribuidos de manera equitativa. El crecimiento del Internet ha creado un tipo de pobreza que separa al mundo en dos grandes categorías los "infopobres" e "inforicos", los jóvenes de los viejos, los habitantes urbanos de los rurales (Blázquez, 2001). A ello se suma, el abastecimiento de información, esto hace que los usuarios no realicen lecturas críticas y se dediquen en algunos casos al uso de la función de cortar y pegar, deformar el lenguaje escrito e ignorar las reglas ortográficas.

1.4.5. Aplicaciones de las TIC.

Para completar la descripción de las TIC, a continuación se enumerará brevemente las aplicaciones de las tecnologías en la educación (Tabla 2.) y como se ve limitada, en base a la propuesta realizada por Cabero (2002).

- **La televisión educativa.**

Es uno de los medios audiovisuales que han tenido mayor presencia y utilización en educación. De acuerdo con diversos autores Heeren et al.,1993; Martínez, 1994; Cabero, 1999; Salinas, 1997 al referirnos a la televisión educativa englobamos tres realidades diferentes:

- Instrumento de transmisión cultural con un diseño similar al de la televisión comercial, cuyo objetivo es divulgar y entretener.
- Herramienta educativa que desarrolla contenidos educativos no formales.
- Televisión escolar su diseño se centra en la didáctica y en las teorías de aprendizaje.

- **La videoconferencia.**

Es una de las tecnologías que ha tenido un mayor avance en los últimos años gracias a los avances en telecomunicaciones e informática. Esta situación ha provocado su expansión en

el mundo de los negocios o en la medicina como un instrumento que permite una conexión simultánea entre personas situadas geográficamente en puntos distintos.

- **La información educativa.**

La informática en la educación ha ido evolucionando dejando de ser un simple transmisor de datos e información a convertirse en un medio de comunicación.

- **Hipermedias y multimedias aplicados a la educación.**

Son medios que superan el carácter rígido y cerrado del software educativo inicial para dar lugar a una presentación de la información no lineal, interactiva y audiovisual que permite un mayor grado de interacción.

- **Video y DVD educativo**

El video es otro de los elementos tecnológicos de mayor implantación en procesos educativos, este actúa como:

- Transmisor de información
- Elemento motivador
- Medio de formación y perfeccionamiento del profesorado en cuanto a estrategias didácticas y metodológicas
- Herramienta de investigación psicodidáctica
- Recurso para la investigación de procesos desarrollados en laboratorios.

- **Las redes de comunicación.**

Los avances producidos en las redes de telecomunicaciones ofrecen diversos tipos de información en algunos casos de interés educativo, los cuales han sufrido un desarrollo exponencial a lo largo de las últimas décadas en paralelo al desarrollo de las telecomunicaciones y de la informática.

La sociedad de la información que exige una fuerte disminución de las prácticas memorísticas/reproductoras en favor de las metodologías socio-constructivistas centradas en los estudiantes y en el aprendizaje autónomo y colaborativo, las cuales se basan en las aplicaciones que ofrecen la web 2.0. La web 2.0 es un concepto que se acuñó en 2004 y que se refiere al fenómeno social surgido a partir del desarrollo de diversas aplicaciones en Internet. El término establece una distinción entre la primera época de la Web 1.0, donde el usuario era básicamente un sujeto pasivo que recibía la información o la publicaba sin posibilidades de interaccionar; pero la revolución puso el auge de los blogs, las redes sociales y otras herramientas (Jiménez, 2011; Marqués, 2013).

La Web 2.0 abandona su marca unidireccional y se encamina a facilitar la máxima interacción entre usuarios y el desarrollo de redes sociales y tecnológicas, cuyas plataformas permitan expresar y opinar, buscar y recibir información, colaborar y crear conocimiento, publicar y compartir contenidos (Blogger, GoogleReader, buscadores especializados), las redes sociales (Facebook, Second Life, Twitter), los servicios conocidos como wikis (Wikipedia) y los portales de alojamiento de fotos, audios o videos como: Flickr, SlideShare, YouTube (Sánchez, 2010).

El YouTube es un canal asíncrono (no es necesario que los comunicantes estén conectados simultáneamente). Esta red social permite publicar, compartir y buscar videos. De tal forma que cualquier persona registrada pueda subirlos, añadir un comentario o unas etiquetas para describirlo y el resto de usuarios pueden darle una puntuación (acción conocida como rating), añadir comentarios y /o seleccionarlo como favorito.

Tabla 2. Ventajas y limitaciones de las aplicaciones de la TIC en educación

Aplicaciones de las TIC	Ventajas	Limitaciones
Televisión educativa	<ul style="list-style-type: none"> • Se lo puede utilizar como medio de comunicación individual o de masas. • Conectado <i>en línea</i> permite una enseñanza interactiva. • Permite al profesorado la observación de diferentes modelos de enseñanza ayudando a su perfeccionamiento. • En relación con algunas modalidades de enseñanza su costo de producción es bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su integración en el currículo formal se enfrenta a dificultades de horario al necesitar coincidir el horario escolar. • El nivel de interacción entre el profesor y los alumnos es muy reducido o nulo. • Limita la actividad mental constructiva del alumno.

videoconferencia	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita la comunicación entre personas situadas geográficamente distantes y compartir documentos con ellas. • Pueden incorporarse a la clase recursos externos: expertos, instalaciones y laboratorios. • Facilita la circulación de información entre las instituciones y las personas. • Ahorro de tiempo. • Facilita que un grupo de alumnos pueda compartir programas, cursos y profesores especiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación psicológica y didáctica del profesor para saber interactuar tanto con los alumnos presenciales físicos, y remotos. • Calidad técnica de la imagen y sonidos emitidos, que aunque dependen de las características de los equipos utilizados por lo general implican retraso en la imagen.
Información educativa	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilita versatilidad, funcionalidad, posibilidades de interacción y manipulación, adaptación y motivación, fomenta la interactividad, la constancia en el trabajo, facilita las repeticiones y reorientaciones. • Elevado grado de aceptación por parte de los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un cuidadoso análisis curricular y de valor por parte del profesorado.

Hipermedias y multimedia	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación al ritmo individual del usuario. • Alto grado de interacción usuario máquina. • Incremento de la comprensión de la información. • Reduce el tiempo de aprendizaje. • Secuenciación de las tareas de aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de multimedia no implica necesariamente que se consiga una mayor retención de información. • Diálogos demasiado rígidos. • Aprendizajes incompletos y superficiales. • Posibilidad de pérdida o desorientación del sujeto al navegar.
Video y DVD educativo	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de repetir el visionado un número indefinido de veces. • Su facilidad de manejo y costo permite que pueda ser utilizado de diversas formas en la enseñanza. • Favorece un uso activo. • Puede fácilmente ser incorporado a un conjunto de materiales multimedia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requieren conocimientos técnicos y del lenguaje audiovisual básicos para su producción. • Su producción requiere unas mínimas dotaciones instrumentales, lo que supone la inversión económica. • Puede favorecer la pasividad de los receptores.

Redes de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Multidireccionalidad • Interactividad ilimitada • Flexibilidad • Entornos abiertos y cerrados • Nuevas formas de enriquecer y mejorar la calidad del currículo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Será necesario proporcionar a los alumnos un marco de referencia adecuado para situarse en este nuevo espacio irreal. • Se hace necesaria una nueva mentalidad de profesores y alumnos respecto a la información y la comunicación y el derecho a acceder a ellas.
------------------------------	---	---

Autor: Cabero, 2000.

1.5. La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Superior.

La Universidad es un institución para todo tipo de estudiantes, los que se inclinan hacia un aprendizaje presencial y clásico con libros de escritura realista; y los que forman comunidades de teleaprendizajes de vertiente más experimental que privilegian la flexibilidad y autonomía (Martínez & Prendes, 2004). Las aulas convencionales masivas que ha permitido la comunicación oral cara a cara, se está desmantelando para buscar la excelencia y calidad en otros modelos o etiquetas, como es el acceso libre a bibliotecas, programaciones y materiales en red, tutoría en línea, expresivo dinamismo de retroalimentación que fortalece aprendizajes de forma existencial. Internet es uno de los núcleos importantes de la Universidad, que no solo representa modernidad, sino autonomía y trascendencia académica.

En la educación superior, la imagen del uso de tecnologías para la enseñanza es muy diferente. En algunos casos, la mayor parte de profesores se resiste al uso de tecnologías por dos razones: 1) se ven como los "expertos" de sus disciplinas y creen que el uso de otros recursos opacarían sus posiciones profesionales; 2) su enseñanza se baso en lecturas y libros, y no tienen modelos de cómo enseñar con metodologías (Martínez & Prendes, 2004).

Hoy en día existe una tendencia al crecimiento en el uso de tecnologías a nivel de superior. En parte, esto resulta por la presencia de un nuevo grupo de alumnos, los cuales trabajan y tienen experiencias y competencias que no adquirieron las promociones de alumnos anteriores (Álvarez,2004). Otra razón que estimula el uso de las tecnologías es que las universidades han adquirido los medios y el personal, especializados para la nueva era del Internet, sin dejar a un lado los medios tradicionales (audio y video).

El reporte de la Comisión Europea (2006) informa que el material que emplean los profesores para utilizar en sus clases procede fundamentalmente de Internet en un 83%, alcanzando un 94% en Reino Unido, cuyos recursos disponibles predominan en lengua inglesa. Ciertamente existen cada vez más portales educativos en Internet en los que podemos encontrar recursos didácticos para el aula, pero aún son insuficientes, sobre todo en español y, en la mayoría de los casos, estos recursos constituyen documentos o actividades encaminadas a la búsqueda de información o para reforzar conocimientos dentro del ámbito conceptual.

En las materias científicas, el trabajo experimental forma parte de su corpus disciplinar. Durante la enseñanza de las ciencias, la asociación entre teoría y trabajo práctico se entiende como una relación de necesidad (Hodson, 1994; Barberá & Valdés, 1996; Izquierdo *et al.*, 1999; Sanmartí *et al.*, 2003, Cano & Cañal, 2006) y es asumida por la mayor parte del profesorado como una exigencia natural de su propia formación profesional, hasta el punto de considerarse “incompleta” una enseñanza meramente teórica.

Los nuevos modelos pedagógicos basados en metodologías virtuales están inclinados en la didáctica de las ciencias experimentales y a los objetivos procedimentales, que persiguen el desarrollo de determinadas destrezas intelectuales en relación con los procesos científicos. De esta manera las TIC en la educación permiten la interactividad del estudiante contribuyendo a su formación en el campo de biotecnológico.

1.6 Biotecnología

Los cambios realizados durante los últimos años en el sistema educativo, están estrechamente enlazados con la evolución humana, social y tecnológica. A partir de ahí, se emprende la necesidad de buscar nuevas alternativas que permitan lograr un óptimo aprendizaje en los estudiante, a través de las buena prácticas docentes.

Esta meta implica crear una educación pertinente, de calidad mediante el acceso a información actualizada; como es el caso de la Biotecnología, que ha logrado grandes avances y multiplicado la capacidad de desarrollar descubrimientos tecnológicos, en un conjunto de actividades productivas como la agrícola «biotecnología verde», la medicina «biotecnología roja», la industria «biotecnología blanca» (Rodríguez, 2012). Otra división de las biotecnologías tiene que ver con su aspecto funcional y temporal, de este modo se distingue la biotecnología antigua, moderna y contemporánea. La primera se basa en los soportes técnicos y básicos de la bioquímica, microbiología y fermentación; la moderna en la utilización de la ingeniería genética, genómica, proteómica y la transferencia nuclear; mientras que el tercer tipo o clase de biotecnología actual o contemporánea surge por los nuevos avances en las técnicas de clonación, reprogramación nuclear, identificación del potencial de las células madre, embrionarias o adultas, esto ha proporcionado terapias regenerativas, así como el creciente reconocimiento del papel que la nanotecnología tiene en la distribución de los medicamentos (Muñoz, 2008). En fin, éste conjunto de tecnologías basadas en el conocimiento se aplican en múltiples aspectos de la vida cotidiana (Malacarne, 2005) y se han convertido en una ciencia importante en el desarrollo socioeconómico de los países (Negrin, *et. al.*, 2007).

La enseñanza de la Biotecnología en los establecimientos educativos es relativamente nueva en los países subdesarrollados (Borgerding *et al.* 2012), sin embargo existen algunos sitios web que ayudan a simular ciertos procesos prácticos (Madden, 1998; Amrita University, 2013); pero muchas de las veces éstos recursos están alejados de las metodologías prácticas de cada establecimiento educativo.

En la Universidad Técnica Particular de Loja, se imparte la cátedra de Biotecnología de Células Animales para la titulación de Bioquímica y Farmacia y Biología, por esta razón se implementó un manual práctico y didáctico en el que incluye videos de todas las prácticas a desarrollar en el componente académico. El propósito de este proyecto es ayudar al estudiante a mejorar sus destrezas para que al final del curso sean capaces de *manipular, caracterizar e identificar cultivos de células animales tanto de un explante primario como de las líneas celulares en monocapa y suspensión*; y finalmente valorar como el uso de los videos estimulan al alumno a mejorar sus destrezas en el laboratorio y facilitando la adquisición de la competencia fijada.

1.6.1. Estrategias para la enseñanza de la Biotecnología.

Una de los retos de la pedagogía en los últimos años ha sido el poder adaptar los distintos modelos de aprendizaje a las disciplinas que han venido apareciendo gracias a los avances

de la tecnología. En las ciencias, por ejemplo, es común encontrar todavía que las ayudas didácticas para la enseñanza se reducen a una tiza, un tablero, un libro de texto y visitas al laboratorio. Sin embargo, con los adelantos científicos en las instituciones educativas se habla de biotecnología, clonación y alimentos genéticamente modificados.

Con el propósito de facilitar el aprendizaje de estas nuevas áreas de la ciencia, diferentes entidades como la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola (Agro-Bio), diseñaron algunas estrategias para llevar la biotecnología a las aulas de clase. Los proyectos realizados por investigadores de la UPN, con un grupo de estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional, determinaron que la fase práctica de la biotecnología, es un motivador para el aprendizaje de las ciencias (UNP, 2005). Por tanto, "enseñar ciencias a través de la biotecnología además de ser una estrategia didáctica, permite que alumnos conozcan y tengan un criterio sobre temas actuales como clonación y organismos genéticamente modificados. La idea de nosotros como docentes es formar ciudadanos con capacidad de análisis y fundamento en temas científicos" (Melo, 2003).

Esta idea los llevó diseñar el programa "Bio-Aventura", cuyo proyecto piloto se implementó entre agosto y noviembre de 2004 en el departamento de Córdoba. El objetivo principal de esta iniciativa fue establecer un espacio de sensibilización en la comunidad educativa, mediante el cual se estimuló la comprensión y el conocimiento en biotecnología. El programa buscó convertir la enseñanza de esta área de la ciencia en una actividad lúdica e interesante para estudiantes y docentes (Ocando & Díaz, 2008).

Para el desarrollo del programa Bio-Aventura utilizaron distintas actividades, entre ellas: plenarias, mesas de trabajo, seminarios, guías para el desarrollo de actividades pedagógicas y prácticas de laboratorio. Estas actividades las complementaron con material audiovisual, didáctico y artículos de divulgación con soporte científico. Con ayuda del CIAT elaboraron un CD-Rom con documentos teóricos dirigidos a docentes y talleres prácticos para los alumnos denominado 'La biotecnología en el salón de clases', con el que se pretende enseñar a los estudiantes contenidos y técnicas acerca de este tema (UNP, 2005). Para ello, decidieron utilizar "un lenguaje sencillo, equipos de fácil construcción y reactivos de bajo costo, para que las prácticas en los laboratorios escolares fueran viables" (Melo, 2003).

Hay que tomar en cuenta que los procesos biotecnológicos implican diversas técnicas y prácticas de laboratorio, y varias de ellas son complejas y requieren de un equipamiento costoso. Sin embargo con pocos elementos es posible realizar algunas experiencias simples de laboratorio como preparación de yogurt, cultivo de tejidos y extracción de Ácido Desoxirribonucleico, ADN (Ocelli, 2013).

Las actividades que se realizan con mayor frecuencia en los establecimientos educativos son la preparación de alimentos que requieran o aprovechen los procesos de fermentación de los microorganismos, es decir la elaboración de pan, yogurt, cerveza, vino. Otra experiencia sencilla que puede realizarse en el aula, es la extracción casera de ADN. Para ello, solo basta contar con material biológico como por ejemplo frutas e incorporar algunas sustancias químicas que permitan la liberación y condensación del ADN. Algunas actividades que resultan interesantes vinculadas con la industria química; por ejemplo se puede probar en manchas de tela de diferentes orígenes (barro, aceites, proteínas...) la acción de enzimas específicas y a su vez estudiar a fondo el proceso de producción de enzimas para incorporarlas a jabones de ropa. Otra actividad sencilla y común que se realiza a menudo es la técnica de disección, la cual permite conocer la anatomía y fisiología animal *in vivo*, siendo los organismos modelo mas representativos los roedores, aves y anfibios (Fernández, et a., 2006; Vedova, et al., 2012; Ocelli, 2013).

En otro aspecto, si pensamos en los procesos de laboratorio que requieren de un equipamiento sofisticado y costoso, es factible recurrir a los laboratorios virtuales en Internet. Si bien muchos de estos laboratorios se encuentran en inglés, es suficiente una pequeña guía traducida para poder tener una idea y recrear cada uno de los pasos que ocurre en un laboratorio real. Por ejemplo, pueden seleccionar laboratorios para desarrollar técnicas como la reacción de la cadena de polimerasa (PCR), electroforesis en gel, cariotipos, entre otros.

1.6.2.Los laboratorios virtuales.

La creciente aparición de aplicaciones de las nuevas tecnologías a la enseñanza tales como los avances de los entornos multimedia y la aparición cada vez más amplia del Internet en la educación debido a la enorme cantidad de recursos educativos, ha obligado a los docentes hacer uso de la TIC para integrarlas en su trabajo diario (Vazquéz, 2009). Dentro de estas aplicaciones informáticas resultan de gran interés en las ciencias biológicas el uso de los laboratorios virtuales.

Los laboratorios virtuales permiten desarrollar objetivos educativos propios del trabajo experimental. Son sitios informáticos que simulan una situación de aprendizaje propia del laboratorio tradicional. Los laboratorios virtuales se enmarcan en lo que se conoce como entornos virtuales de aprendizaje (EVA) que, “aprovechando las funcionalidades de las TIC, ofrecen nuevos entornos para la enseñanza y el aprendizaje libres de las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza presencial y capaces de asegurar una continua comunicación entre estudiantes y profesores” (Marqués, 2000). Estos laboratorios aplicados en la enseñanza, permiten (García & Morcillo, 2007):

- Simular un laboratorio de ciencias que permita solucionar el problema de equipamiento, materiales e infraestructura de los laboratorios presenciales.
- Recrear procesos y fenómenos imposibles de reproducir en un laboratorio presencial e intervenir en ellos.
- Desarrollar la autonomía en el aprendizaje de los estudiantes.
- Tener en cuenta las diferencias en el ritmo de aprendizaje de los alumnos a un nivel más profundo de lo que es posible en el laboratorio presencial (posibilidad de repetir las prácticas o alterar su secuencia, por ejemplo)
- Desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas en el uso de las TIC.
- Desarrollar una nueva forma de aprendizaje que estimule en los estudiantes el deseo por aprender e investigar.
- Incluir sistemas de evaluación que permitan ajustar las ayudas pedagógicas a las necesidades de los alumnos.
- Sustituir al profesor en las tareas más rutinarias, como la exposición de conceptos, permitiéndole dedicar más tiempo a los alumnos individualmente.

Los laboratorios virtuales rompen con el esquema tradicional de las prácticas de laboratorio así como con sus limitaciones (espacio, tiempo, peligrosidad, entre otros) y aportan una nueva perspectiva de trabajo. Sin embargo, a pesar de sus virtudes, parece existir cierta resistencia debido, a la elevada inversión en tiempo y dinero necesaria para su diseño y por otra, a la falta de resultados empíricos acerca de su uso, aunque algunas experiencias avalan su viabilidad técnica y su valor educativo (Morcillo et al., 2007).

1.7. Cultivos celulares.

Durante décadas, el uso de experimentos en animales ha despertado el interés científico y con ello la polémica desde el punto de vista ético. Sin embargo estos modelos han sido utilizados en distintas áreas de la investigación, constituyendo uno de los pasos

fundamentales en la biomedicina. Para evitar la utilización de animales es importante acudir a métodos *in vitro* y los cultivos de células son los más utilizados actualmente.

Se puede definir al *Cultivo de células animales*, como el proceso por el cual se mantiene un tipo específico de células provenientes de diferentes tejidos u órganos animales, normales o tumorales, que posteriormente son colocadas en un ambiente artificial de composición química definida y bajo condiciones controladas de pH, temperatura, humedad y aireación que favorece su división, crecimiento, multiplicación y en algunos casos su diferenciación, manteniendo sus funciones metabólicas de una manera similar a las que tenía en el huésped (Freshney, 1995; 2005b; Gil-Loyzaga, 2011). Los cultivos de células animales ha sido considerado durante mucho tiempo como una mezcla de ciencia y arte. Inicialmente fue considerada como una técnica particularmente difícil de aprender, pero hoy en día, estas dificultades están superadas gracias a factores como los medios de composición definida, la disponibilidad de antibióticos, las instalaciones asépticas (cabinas de flujo laminar, incubadoras estériles), dispositivos de cultivo en modelos de botellas con tapones filtrantes, placas de Petri, entre otros (Durán & Valle, 2004; Segretín, 2012.).

1.7.2. Evolución de los cultivos celulares.

A finales del siglo XIX se realizaron los primeros intentos para aislar y mantener en cultivo células provenientes de diversos órganos animales. Entre las técnicas iniciales que mejores resultados ofrecían se encontraba la dispersión de células de embrión de pollo en soluciones salinas o sueros sanguíneos durante unos días. Se considera al zoólogo americano R. G. Harrison como el iniciador de los cultivos de tejidos animales. En 1907, Harrison fue el primer científico que empleó técnicas *in vitro* para el estudio de fenómenos *in vivo*, realizando cultivos de médula espinal embrionaria de anfibios (Figura 3).

En un principio, el interés de los investigadores fue simplemente estudiar el comportamiento celular. Sin embargo, los retos fueron creciendo y se desarrollaron progresivamente, logrando mantener numerosos modelos celulares vivos por algunos días. A lo largo del siglo XX se desarrollaron mejores medios de cultivo y sistemas de propagación, gracias a un mejor entendimiento de la fisiología y metabolismo celular. Cabe recalcar que un gran impacto tendrían los estudios de Alexis Carrel que, desde 1910 comenzó a publicar algunos trabajos realizados con técnicas de cultivo de tejidos. Carrel aprendió las técnicas *in vitro* que utilizaba Burrows y decidieron realizar trabajos experimentales comenzando por el desarrollo de tejido conjuntivo de embrión de pollo. Alexis Carrel contribuyó de forma notable al desarrollo de numerosos aspectos complementarios de las técnicas de cultivos celulares, algunos de los cuales permanecen en uso. Entre su aportaciones más relevantes

destacas:1. la mejoría de las técnicas de obtención y disección de tejidos para evitar traumatismos (técnica de Carrel) 2. la aplicación de técnicas de asepsia 3. el estudio y diseño de recipientes idóneos para el mantenimiento del cultivo 4. la obtención de medios de cultivo y de factores de crecimiento (Fresquet, 2004; Gil-Loyzaga, 2011).

Las técnicas de Maximov (1925) se encuadra en los denominados "cultivo de órganos" en medio líquido, el cual consiste en la obtención de una sección de tejido mediante un corte mecánico y luego este se fija sobre un cubre con una gota de medio líquido. El conjunto se sella sobre un portaobjetos cóncavo en el centro. Esta técnica fue diseñada para estudiar los procesos del desarrollo embrionario como la migración celular, diferenciación de células, formación de sinapsis. En el cultivo tridimensional se ha utilizado otros tipos de soportes y técnicas descritas por Bergenholtz (1997) para cultivar hasta 360 horas en cajas Petri fragmentos de mucosa de paladar sobre membrana de fibra de vidrio, demostrando así, la posibilidad de analizar cambios morfológicos y las interacciones entre células (Adolphe & Barlovatz, 1988).

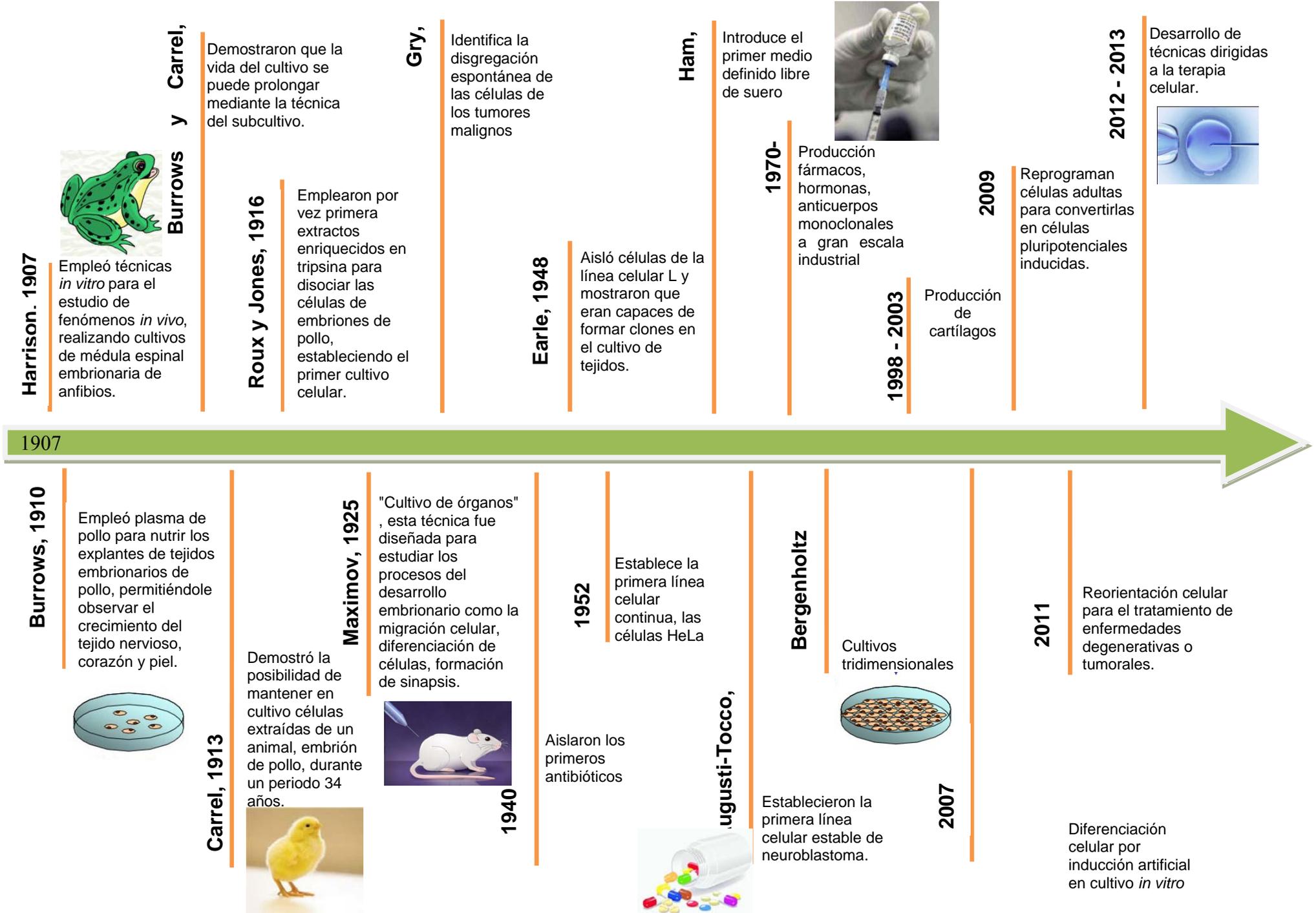
A partir de los años treinta, habían publicado que las células, al menos las tumorales, podían cultivarse individualizadas. Los primeros datos proceden de Gry (1933) que identifica la disgregación espontánea de las células de los tumores malignos, esta disociación natural se debe a que las células cancerosas carecen de estructuras de membrana celular que las mantengan unidas, por otra parte esta capacidad les permite la invasión de los tejidos circundantes y la metástasis, en busca de nutrientes para mantener su alto nivel metabólico y de multiplicación celular. Para los años cincuenta, se empezó a obtener cultivos de células disociadas artificialmente, uno de los primeros en realizar la incubación de los tejidos en soluciones de tripsina a diferentes concentraciones fue Moscona (1952). Posteriormente, se han ido introduciendo otras enzimas con fines de disociación celular como la tripsina la colagenasa o pronasa.

En los años sesenta el cultivo *in vitro* de células animales se constituyó como la tecnología más moderna para producir diversas vacunas de uso humano. En los años setenta y ochenta, con la aparición de la ingeniería genética y el desarrollo de la tecnología de hibridomas, el cultivo de células animales se consolidó y convirtió en la vía por excelencia para producir fármacos, hormonas, anticuerpos monoclonales y un gran número de glicoproteínas recombinantes complejas usadas en terapias (Palomares *et. al.*, 2011; Freshney, 2005b).

Otro aspecto fundamental de la historia de los cultivos celulares ha sido la posibilidad de definir células estables de cariotipo homogéneo que se mantenga a lo largo del tiempo. Esta situación es la que mejor define a las líneas celulares. Más adelante se dedicaron a fusionar en el ratón células de mieloma y linfocitos sensibilizados para obtener células híbridas de alta capacidad reproductiva y carentes de envejecimiento.

Actualmente, uno de los nuevos retos en los cultivos celulares es la posibilidad de obtener células madre o troncales, cuya diferenciación se puede obtener de manera artificial. La reorientación celular se puede realizar para el tratamiento de enfermedades degenerativa o tumoral. A partir de esta posibilidad están realizando técnicas de terapia celular que constituyen la base de la Medicina Regenerativa (Butler, 2004; Gil-Loyzaga, 2011).

Figura 3. Evolución de los cultivos



Las aplicaciones del cultivo de células animales siguen en aumento y actualmente abarcan campos tan fascinantes tanto de Ciencias Básicas (Biología Celular, Fisiología, Bioquímica, Genética, Inmunología, Microbiología, Virología) como de las Ciencias de la Salud (Oncología, Farmacología, Toxicología, Terapia Celular, entre otros); estableciendo los cultivos celulares no solo como rutina de proyectos básicos de investigación, sino también en el desarrollo de moléculas a nivel industrial y la creación de los Bancos de Células (Gil-Loyzaga, 2011).

1.7.3. Clasificación del cultivo celular.

Los cultivos de células animales se han clasificado de acuerdo a su capacidad de adherencia o no a una superficie determinada, puede crecer en monocapa o en suspensión respectivamente, independientemente hayan sido aisladas de un órgano determinado o si provienen de células que han sufrido modificación. Cuando el cultivo proviene de células que han sido disgregadas de un tejido original recién extraído, recibe el nombre de Cultivo Primario, y este al ser sometido a procesos de transformación que le confieren capacidad ilimitada de multiplicación, recibe el nombre de Línea Celular (Freshney, 1995; 2005b; Gil-Loyzaga, 2011).

1.7.4. Ventajas y desventajas de los cultivos celulares.

Los métodos y sus aplicaciones en diversas tecnologías, han experimentado un importante desarrollo, presentando numerosas ventajas frente a la investigación con animales vivos. En los cultivos celulares facilita regular las condiciones fisicoquímicas, pH, presión osmótica, temperatura, tensión de oxígeno (O₂), gas carbónico (CO₂), nutrientes y poder relacionar las condiciones fisiológicas que la célula presenta dentro del organismo. Otra ventaja adicional es que se puede ahorrar más del 90% de los reactivos a nivel *in vitro*, ya que va directamente a la célula y evita la pérdida que ocurre a nivel *in vivo* durante su distribución por los tejidos y excreción (Freshney, 2005b).

No obstante también hay que considerar algunos hechos que complican su proceso que se puede considerar como desventaja, como es la complejidad en las técnicas e instrumentos, equipamiento y mantenimiento del laboratorio, entrenamiento técnico para los investigadores y demás personal (Ramírez, *et. al.*, 2005). Por lo que es necesario adquirir destrezas en el manejo de los mismos para evitar contaminaciones de diversa índole (microorganismos, parásitos, células), en la toma de decisiones, detectar y solucionar problemas que se pueden generar durante su desarrollo.

CAPÍTULO II
FIN DEL PROYECTO

2. Propósito del Proyecto

- Elaborar un manual práctico y didáctico, con la finalidad que los estudiantes puedan desarrollar de mejor manera destrezas de ejecución y razonamiento lógico fomentando de esta manera el trabajo individual y colectivo, tomando en consideración el equipamiento e instalaciones de los laboratorios de la Universidad Técnica Particular de Loja.

2.2. Fin del Proyecto

- Desarrollar material didáctico para el componente práctico de la materia de Cultivos de Células Animales en base a las propuestas tecnológicas con la finalidad de mejorar la enseñanza en los estudiantes.

2.3. Componentes del Proyecto

- Organizar un Banco de células animales mediante la técnica de criopreservación, manteniendo de esta forma su estado viable para futuras prácticas con los estudiantes.
- Elaborar placas de varias líneas celulares de acuerdo a las prácticas que contempla el manual.
- Capturar imágenes y filmar los procedimientos de las técnicas empeladas en el manual como guía visual para el estudiante.
- Elaborar un manual escrito en el constará los procedimientos detallados de las prácticas a realizarse basados en referencias bibliográficas y competencias adquiridas durante su desarrollo.
- Valorar el impacto de los videos en un grupo de estudiantes de Bioquímica y Farmacia que estén cursando la materia de Cultivos de Células Animales.

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3. Materiales y métodos

3.1. Banco de líneas celulares.

El banco de líneas celulares se realizó con la técnica de Criopreservación descrita por Freshney (2005b). Este método se llevó a cabo en una cabina de flujo laminar, bajo estrictas condiciones de asepsia y esterilidad.

Para construir el stock de líneas celulares se escogió dos modelos de células: 1. líneas celulares de Ovario de Hamster Chino (CHO) 2. línea celular de linfoma histiocítico (U-937). La línea CHO fue obtenida a partir de un explante de tejido de ovario de hámster chino (*Cricetulus griseus*) en 1973, por Puck y colaboradores, ha sido la de mayor difusión en el estudio de daño genético al nivel cromosómico (Kao & Puck, 1968). La línea original se caracteriza por ser aneuploides con un número modal cromosómico de 20-21, posee 10-13 marcadores cromosómicos bien definidos, su cariotipo no sólo tiene un número cromosómico moderado, sino que también es heteromórfico, por lo que se hace fácil la individualización de los tipos cromosómicos que lo integran. Como material de laboratorio es de fácil manejo, crece en monocapa y su mantenimiento es relativamente económico (Sánchez-Lamar, 2008).

La línea celular U937, cuyo origen es la leucemia monoblástica, fueron aisladas de la histiocítico linfoma de un paciente varón de 37 años y se utilizada como *modelo in vitro* para evaluar agentes para tratamiento o control de la leucemia, en otros casos para el estudio de infección de patógenos intracelulares, fisiopatología del cáncer y en procesos de diferenciación celular. Estas células crecen en suspensión y necesitan de un medio selectivo (Figuroa V. 2009; ATCC, 2012).

3.1.1. Medio de cultivo y mantenimiento celular.

Las células CHO y U-937 fueron cultivadas en medio HAM F-12 y RPMI 1640 (GIBCO) respectivamente. El medio base fue suplementado con 10% de suero fetal bovino (SFB), 1% de Antibiótico-Antimicótico (Penicilina G sódica 100UI/mL, estreptomocina sulfato 100µg/mL y Anfotericina B 0,025g/mL) y L-Glutamina 20mM. Los cultivos fueron cultivados y mantenidos a 37°C en una atmósfera húmeda con 5% de CO₂.

3.1.2. Técnica de criopreservación.

Se observó los cultivos en el microscopio invertido, se evaluó el grado de densidad celular, características específicas de cada línea celular y se confirmó ausencia de contaminantes. Se realizó dos procesos distintos para subcultivar las líneas celulares dependiendo de su

capacidad de adherencia celular. En las células CHO se utilizó una enzima proteolítica (tripsina) a diferencia de las células en suspensión U-937.

Células CHO en fase logarítmica, fueron despegadas con 500µL de tripsina al 0.05% (GIBCO) por 2 minutos hasta lograr la disgregación completa de las células, se adicionó medio con SFB y se recogió en tubos de 15mL. Los tubos de ambos modelos celulares fueron centrifugados 10 minutos a 1600 r.p.m. Se realizó un recuento celular a partir de una pequeña alícuota de células (100 µL), su viabilidad fue mayor al 90%. El volumen celular restante se volvió a centrifugar a 1600 r.p.m. por 10 minutos y se eliminó el sobrenadante. El pellet celular se re-suspendió en 90% SFB y 10% DMSO. Se alicuotó aproximadamente 1×10^6 - 1×10^7 cell/mL, se etiquetó el nombre de la línea celular, concentración de células y fecha.

Los viales se los llevó al congelador de -80°C por 24 horas y luego se los almacenó al tanque de Nitrógeno Líquido a -196°C.

3.2. Diseño del manual.

Se elaboró un manual de prácticas, basado en varias guías y libros especializados: R.I Freshney, 2005; R.I. Freshney & M.G. Freshney, 2002; T.S. Hawley *et al.*, n.d.; García *et al.*, 2005; Langdon, 2004). Para el manual de prácticas se contempló ocho prácticas enfocadas al estudio de cultivos de células animales tanto de un explante primario como de las líneas celulares en monocapa y suspensión.

3.3. Elaboración de placas.

Los resultados de los diferentes procesos y modelos celulares fueron plasmados en placas y teñidos con colorantes Giemsa y violeta cristal dependiendo de la técnica empleada. Cada placa fue etiquetada, protegida con un cubreobjeto y almacenadas en un portaplacas.

3.4. Videos.

Los procedimientos y resultados de cada una de las prácticas fueron fotografiados (sony cybershot 16.1mp), filmados en formato DVD HD 720p y editados mediante el programa Windows Live MovieMaker y Sony Vegas Pro 12.0. Además se creó una cuenta en el canal YouTube para publicar los videos de las prácticas.

3.5. Encuesta.

Para analizar la metodología empleada, se trabajó con dos grupos de estudiantes que cursaban la materia de Cultivo de Células Animales y en la que se desarrolló la competencia "*Manipular, caracterizar e identificar cultivos de células animales tanto de un explante*

primario como de las líneas celulares en monocapa y suspensión”, para lo cual se escogieron 3 prácticas en las que se aplican los conocimientos teóricos previamente generados, que incluyen metodologías usadas para el cultivos en monocapa, en suspensión y cultivos de explantes primarios.

3.5.1. Sujetos a prueba.

El grupo de intervención (**GI**), conformado por 16 estudiantes quienes recibieron la guía metodológica, los videos y la explicación del tutor antes de la realización de las prácticas. El grupo control (**GC**) conformado por 18 estudiantes que realizaron las prácticas únicamente con la guía metodológica y la información brindada por el tutor. Los estudiantes de ambos grupos realizaron las prácticas en equipos constituidos por 3 personas en las mismas condiciones del laboratorio. Al final se valoró tres actividades: los resultados obtenidos, el informe de la práctica y la evaluación final que contempla contenidos tanto teóricos como prácticos.

3.5.2. Análisis de datos.

Al grupo de intervención (GI) se aplicó una encuesta acerca de las características del video y la inferencia con la parte teórica de la materia (**Anexo 1**). Tanto al grupo (GI) y (GC) se aplicó una segunda encuesta que evaluó los objetivos y procesos prácticos, realizado por la Dra. Natalia Bailón investigadora y tutora de la Universidad Técnica Particular de Loja. Los datos fueron analizados mediante la prueba del Chi-cuadrado. Adicional a ello se comparó las calificaciones prácticas obtenidas por los dos grupos medidos en tres parámetros: obtención de resultados; presentación del informe de las prácticas y evaluación final, la cual fue efectuada por el mismo tutor. Con los datos obtenidos de las encuestas se estableció la normalidad; estos valores fueron comparados usando el Test de ANOVA con un post-test de Bonferroni, con el programa estadístico GraphPad Prism 5. Se aceptaron los resultados con un nivel $p < 0,05$.

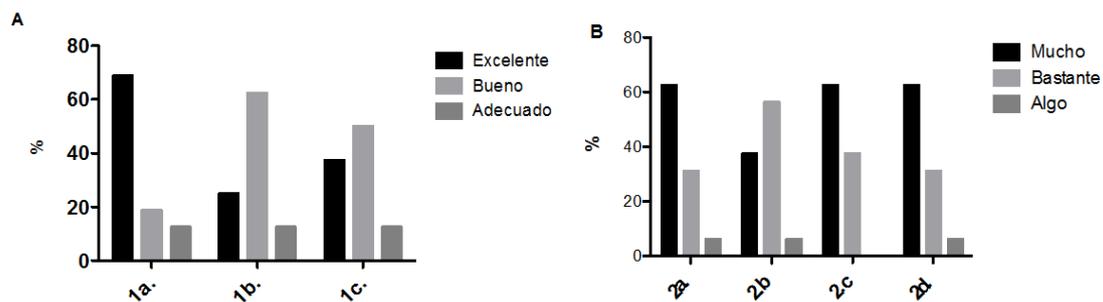
CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados

De acuerdo a los componentes del proyecto se llegó a obtener:

- Banco de líneas celulares se creó con 20 viales de la Línea Celular de Ovario de Hamster Chino (CHO) y 11 viales de la Línea celular de linfoma histiocítico (U-937). Los crioviales están ubicados en el Tanque de Nitrógeno Líquido en las posiciones descritas en la tabla del **Anexo 3**.
- El portaplacas contiene 41 placas y en cada una de ellas está plasmado la morfología, el índice mitótico y el número de cromosomas de los modelos celulares Ovario de Hamster Chino (CHO), Cáncer de Colon (RKO), Carcinoma de Pulmón (A-549) y Linfoma histiocítico (U-937). Ver **Anexo 4**.
- El manual escrito consta de cuatro partes detallado en la tabla del **Anexo 2**. El manual de prácticas reposa en el Departamento de las Ciencias de la Salud.
- La recolección de fotografías para el ATLAS consta de imágenes capturadas bajo el lente del microscopio invertido. En el **Anexo 6** se puede observar a detalle ejemplos de morfologías, células en metafase, cariotipos, diferentes tipos de contaminación microbiana tanto en cultivos primarios como de cultivos en monocapa y suspensión.
- Los videos presentan una alta definición HD, alcanzando una resolución de 720p. Estos videos están colocados en el portal del Youtube en la categoría de Ciencia y Tecnología. Las direcciones URL de cada video práctico están disponibles en el **Anexo 5**.

En cuanto a la encuesta aplicada al grupo de intervención (**Anexo 1**) contiene ocho ítems clasificados en tres categorías: calidad de los videos; relación entre la teoría y los videos y la aplicación de esta metodología como una herramienta de aprendizaje. La **(Gráfica 1A)** recoge la impresión de los alumnos con respecto a los videos; el 88% de los encuestados calificaron a los videos entre excelente y bueno, considerando los parámetros de metodología, calidad y tiempo. En lo que respecta, a si, los contenidos de los videos estaban acordes con la práctica, la mayoría de los estudiantes (64%) opinó que hay mucha relación y el 31% dijo que bastante; igualmente al preguntar como contribuyen a entender los procedimientos prácticos (64% mucho; 36% bastante). **(Gráfica 1B)**. En cuanto a la pregunta si los videos les ayudó a mejorar la manipulación de las células; ya que sólo el 38% da la máxima calificación en esta pregunta. Es destacable también el hecho de que el 94% recomendaría el uso de esta tecnología para otras materias.



Gráfica 1. Porcentaje de respuestas de las preguntas numéricas acerca de los videos. **A. Calidad de los Videos.** En abscisas se representan las tres preguntas con sus cinco posibles opciones de respuesta que miden el grado de satisfacción (5: excelente, 4: bueno, 3: adecuado, 2: malo, 1: pésimo). Preguntas: 1a. Metodología, 1b. Calidad, y 1.c Tiempo. **B. Relación de los videos con las prácticas.** En abscisas se representan las cuatro preguntas con sus cinco posibles opciones de respuesta que miden el grado de satisfacción (5: mucho, 4: bastante, 3: algo, 2: poco, 1:nada). 2a. Relación del contenido de los videos con las prácticas, 2.b Incremento en el entendimiento de la manipulación de las células, 2c. Incremento del entendimiento de la metodología, y 2d. Incremento de los conocimientos teóricos con las prácticas.

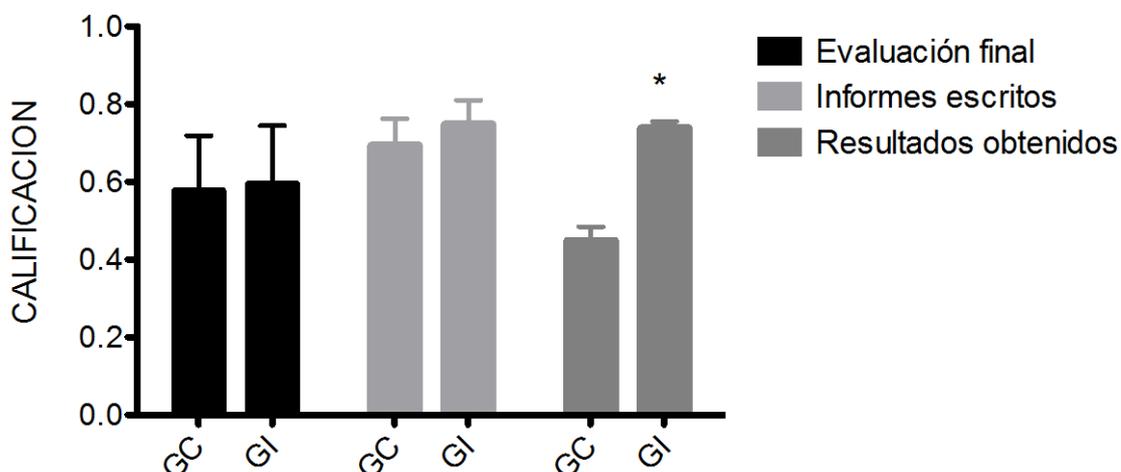
De la información proporcionada por la segunda encuesta (Tabla 3) aplicada a los dos grupos se puede observar que no hubo diferencia en la apreciación de los alumnos entre la asociación de la teoría con la práctica; pero el (GI) presentó un mayor entendimiento de los objetivos de las prácticas ($p < 0,014$) así mismo, también hubo una mayor comprensión de los procesos a desarrollar ($p < 0,015$).

Tabla 3. Resultados de la comparación de la percepción de los alumnos

Preguntas	Grupo control n= 18 (%)					Grupo intervisor n= 16 (%)					p ^a
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
A	44	44	11	0	0	46	54	0	0	0	0,560
B	17	67	17	0	0	54	46	0	0	0	0,014*
C	39	39	17	6	0	80	20	0	0	0	0,015*
A. La relación de las prácticas con la teoría fue B. La comprensión de los objetivos de las prácticas fue C. La explicación de los procesos de la práctica fue											
^a Las variables fueron comparadas mediante la prueba de X ² . (GraphPad Prism 5.0). Alternativas de respuestas 5: excelente; 4: bueno; 3: adecuado; 2: malo; 1:pésimo											

Para finalizar el estudio se decidió valorar no sólo la percepción de los estudiantes con respecto a las prácticas, sino también su entendimiento estudiantil. En la gráfica 2 se muestra los valores promedios de cada grupo con respecto a las calificaciones de los resultados prácticos, del informe escrito y la evaluación final; el grupo CI tienen mejores

calificaciones en los resultados obtenidos con respecto al control ($p < 0,001$); sin embargo, en el promedio de la evaluación final y la calificación de informe práctico no existió diferencias entre los dos grupos.



Gráfica 2: Calificaciones obtenidas. Se compararon calificaciones obtenidas por los alumnos en la obtención de los resultados prácticos, en el informe práctico y la evaluación final. Las barras representan la media \pm SEM, de cada grupo. Los datos fueron analizados mediante ANOVA con post test de Bonferroni ($p < 0,001$). Los datos fueron normalizados a 1.

5. Discusión

Las nuevas tecnologías en Biomedicina y el aprendizaje en competencia hace énfasis que los futuros profesionales adquieran un mejor conocimiento práctico en su formación, la enseñanza de Biotecnología de células animales está relacionada con este aprendizaje (Eleizalde, 2010). Sin embargo es claro que existe la necesidad que dentro de los sistemas educativos se implemente herramientas metodológicas que faciliten el entendimiento de ciertos procesos prácticos y con ello mejorar su desarrollo en la vida profesional (Rodríguez, 2012). En este trabajo investigativo se ha incorporado las TIC para facilitar la comprensión del trabajo práctico; ya que se ha visto que el uso de estas herramientas mejoran la comunicación entre alumnos, favoreciendo el aprendizaje cooperativo al facilitar la organización de actividades grupales (Cenich & Santos, 2005).

Para mejorar la calidad educativa e incentivar al estudiante a la comprensión de la Biotecnología de Células Animales se han desarrollado herramientas de apoyo entre ellas (1) un Banco de Células Animales con dos modelos de líneas celulares en monocapa y suspensión; (2) colección de placas en la que se plasma resultados de los diferentes ensayos a realizar (3) colección de fotografías celulares que muestran sus diferentes

estudios (4) Videos en alta definición (HD) colgados en la red social YouTube y, (5) Manual escrito en el que consta procedimientos detallados de las prácticas con sus respectivas actividades.

En relación con los manuales el estudio realizado por Chávez *et. al.*, 2010, ha detectado una serie de anomalías e inconvenientes en su uso, considerándolos excesivamente teóricos, limitando al lector a desarrollar problema de ejecución y de razonamiento lógico. La mayoría de estos manuales suelen ser impresos, sin soporte magnético, lo que limita la flexibilidad a la hora de su utilización. Sin embargo Martínez (2008) y Silvio (2011) mencionan que los libros y manuales siguen siendo necesarios, pues para explorar un nuevo campo, se necesita de una visión global y sintetizadora y los textos son un excelente medio en especial para los estudiantes. Además sugiere: " No colocar los libros dentro del computador, dejemos el CD-ROM para los textos electrónicos, hipertextos o documentos multimedia, y recurramos al papel con inteligencia". El material didáctico con el que cuentan los alumnos para complementar y mejorar su aprendizaje, es decir, el Manual de Cultivo de Células Animales, contiene imágenes ilustrativas en las que se explican los procesos experimentales, además de contar con actividades a realizar, haciéndolo más dinámico y participativo.

El acceso a múltiples recursos educativos y entornos de aprendizaje, pone al alcance de los estudiantes todo tipo de información y múltiples materiales didácticos digitales, en CD/DVD e Internet, que enriquecen los procesos de enseñanza-aprendizaje (Lara & Duarte, 2005). El internet es un medio que está en constante evolución. Su sencillez de uso y, el libre acceso han hecho posible en poco tiempo el paso de una Web de páginas estáticas (web 1.0) en la que el usuario era un consumidor pasivo de contenidos a una nueva Web más dinámica y participativa (web 2.0) donde el usuario interacciona, colabora, crea y comparte todo tipo de contenidos gracias a esos nuevos servicios que permiten una actualización continua. Tim O'Reilly (2004), hace referencia al término Web 2.0, para referirse a la segunda generación de la Web basada en comunidades de usuarios y una gama especial de servicios como las redes sociales, los blogs, los wikis o las folcsonomías, que fomentan la colaboración y el intercambio ágil de información entre los usuarios (Allen, 2009).

Las nuevas herramientas sociales facilitan la generación de nuevos entornos virtuales de aprendizaje personal (*Personal Learning Environments*). El YouTube forma parte de estos repositorios sociales, en la que los usuarios crean plataformas que permiten alojar, etiquetar, votar y comentar diferentes tipos de materiales. Algunos autores Gisbert *et. al.*, 2002; Salinas, 2004; Pérez & Garcías, 2005, consideran que los videos ayudan a la retención de

conocimientos, pero también mencionan una gran desventaja, la cual es favorecer la pasividad de los receptores. Para suplir este inconveniente, se creó una cuenta en el canal YouTube, donde se publicó los tutoriales virtuales pregrabados que indican paso a paso los procesos prácticos. Esta herramienta social proporciona flexibilidad, así los estudiantes y docentes que cursen y orienten la materia de Cultivo de Células Animales de la Universidad Técnica Particular de Loja, podrán acceder con rapidez y espontaneidad a observar los videos, convirtiéndolos en receptores activo al hacer uso de las aplicaciones que ofrece esta red social (compartir, comentar, votar, entre otras).

Según los resultados obtenidos del componente práctico, los videos mejoraron el entendimiento de los alumnos, e incluso esta herramienta podría ayudar a optimizar recursos y mejorar las destrezas prácticas, logrando obtener resultados satisfactorios en esta competencia. De acuerdo al estudio de Sáenz *et. al.*, 1979 sobre los porcentajes aproximativos de los datos retenidos por los estudiantes según la actividad realizada. Los videos aportan un 30 a 50% y finalmente realizar las actividades prácticas previo a una retroalimentación ayuda al estudiante a captar el 90% de los datos. Probablemente el no encontrar diferencias en las calificaciones de la evaluación final está relacionado con características propias de los estudiante como: nivel de preparación para el examen, experiencias prácticas previas, conocimiento o capacidad de abstracción, lo que suele suceder en este tipo de estudios (Alcolea-cosín *et. al.*, 2012).

Dada la heterogeneidad en la formación de partida de los alumnos, la naturaleza de las asignaturas, la limitación de horas lectivas para enseñanza y la presencia de un nuevo grupo de estudiantes con necesidades distintas, ha obligado al tutor indagar nuevas metodologías educativas que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Coll, et al., 2007). En el estudio realizado por Rodríguez (2012), el profesorado considera que existe una muy alta necesidad de incorporar las TIC en la enseñanza de la Biotecnología.

Además, es bueno recalcar que los estudiantes recomiendan la aplicabilidad de este tipo de estrategia educativa, por tanto, sería importante extender la generación de este tipo de herramientas a otras cátedras como parte de buenas prácticas docentes (Morales & Habana 2009).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES

6. Conclusiones

- Incorporar las TIC en la enseñanza de la Biotecnología permitió interrelacionar los conocimientos del tutor con los estudiantes, en pro de una formación profesional integral, fomentando la importancia de la investigación y estimulando la percepción de nuevos conocimientos brindados por la ciencia moderna.
- Se pudo estimar la importancia que tiene los videos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las técnicas de Cultivo de Células Animales. Los estudiantes que son motivados en base a las nuevas herramientas metodológicas mejoran sus destrezas de ejecución durante la realización de la siguiente competencia fijada en fase preactiva "Manipular, caracterizar e identificar cultivos de células animales tanto de un explante primario como de líneas celulares en monocapa y suspensión"
- Por otra parte, con ayuda de los videos se destaca haber podido (1) alcanzar los objetivos planteados de cada práctica que contempla el manual, (2) reforzar los conocimientos teóricos, (3) vincular los conocimientos teóricos con la competencia a desarrollar (4) mejorar destrezas en la manipulación e identificación de los diferentes modelos celulares e (5) incrementar el entendimiento de la metodología
- Las simulaciones y la realidad virtual no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos reales en el laboratorio de Cultivo de Células Animales, pero pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la ciencia.
- Combinamos las tecnologías tradicionales como son los videos con las tecnologías modernas que forman parte del mundo cibernético. Creamos un portal en YouTube donde se publican los videos de cada ensayo a realizar, esto conlleva a dejar a un lado la pasividad del receptor.

CÁPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía

- Alcolea-cosín, M.T., Oter-Quintana, C., Martínez-Ortega, R., Sebastián-Viana, T. & Pedraz-Marcoset, A. (2012). Aprendizaje basado en problemas en la formación de estudiantes de enfermería. Impacto en la práctica clínica. *Educación Médica*, 15(1), pp.23–30.
- Adolphe, M. & Barlovatz, G. (1988). *Techniques in culture of animal cells. Methodologies. Application.* Ed. INSERM. Paris.
- Anne, A. (2003). “Conceptualisation et dissemination des « bonnes pratiques » en éducation: Essai d’une approche internationale à partir d’enseignements tirés d’un projet”. En Braslavsky, C.; Anne, A. & Patiño, M. I. *Developpement curriculaire et “Bonne pratique» en Éducation.* UNESCO. Disponible en <http://www.ibe.unesco.org/AIDS/doc/abdoulaye.pdf> [Acceso junio, 2013].
- Allen, M. (2009). Tim O'Reilly and Web 2.0: The economics of memetic liberty and control. *Communication, Politics and Culture*. 42:2, pp.6-23.
- Álvarez, A., Martínez, A. & Méndez, R. (1993). *Tecnología en acción.* RAP, Barcelona.
- Álvarez, V. (2004). *La enseñanza universitaria. Planificación y desarrollo de la docencia.* EOS, Madrid.
- Amrita University. (2013). *Virtual Amrita Laboratories Universalizing Education,* Disponible en: <http://amrita.vlab.co.in/index.php>. [Aceso agosto, 2012].
- ATCC. (2012). *The essentials of life science research.* Disponible en: <http://www.atcc.org/products/all/CRL-1593.2.aspx> [Acceso junio, 2013].
- Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias. *Investigación y experiencias didácticas.* *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379
- Barcos, R. & Trías, S. (2011). *Potencialidad educativa de las buenas prácticas. Inclusión educativa.* Disponible en: http://www.redage.org/files/adjuntos/Mesa_3_BARCOS_TRIAS.pdf [Acceso junio, 2013].
- Blázquez, F. (2001). *Sociedad de la Información y educación.* Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología. Dirección General de Ordenación, Renovación y Centros Mérida, España.
- Butler, M. (2004). *Culture of Animal Cells and Technology .* Ed. BIOS Scientific

- Borgerding, L., Sadler, T. & Koroly, M.(2012). Teachers' Concerns About Biotechnology Education. Journal of Science Education and Technology. Disponible en: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10956-012-9382-z> [Acceso enero, 2013].
- Cabero, J. & Martínez, F. (1995): Nuevos canales de comunicación en la enseñanza. Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, España.
- Cabero, J. (1999). "Nuevas tecnologías, comunicación y educación". EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, nº 1 Disponible en : www.uib.es/depart/dceweb/revelec.html
- Cabero, J. (2000). Nuevas tecnologías aplicadas a la educación.. Revista Electrónica de tecnología Educativa. Madrid, Síntesis, 39-70.
- Cabero, J., Gisbert M., Barroso J., Cárdenas G. & Domínguez M. (2002). Materiales formativos multimedia en la red. Guía práctica para su diseño. Madrid, España.
- Cabero, J. (2005). Cibersociedad y juventud: la cara oculta (buena) de la Luna, en AGUIAR, M.V. y FARRAY, J.I. (2005): Un nuevo sujeto para la sociedad de la información A Coruña, Netbjblo, 13-42.
- Castells, M. (1997). La era de la información: Economía, sociedad y cultura. La sociedad red. Alianza Editorial. Madrid, España.
- Cano, M. & Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas en la práctica: ¿qué opina el profesorado? Alambique, 47, 9-22
- Canales, R. (2006). Identificación de factores que contribuye al desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje con apoyo de las TIC, que resulten eficientes y eficaces. Análisis de sus presencias en tres centros docentes. Tesis Doctoral. Facultad de Educación. Departamento de Pedagogía Aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Cañellas, A. (2006). Impacto de las TIC en la educación: un acercamiento desde el punto de vista de las funciones de la educación. Quaderns Digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad. Nº 43.
- Coll, C., Rochera, Ma., Mayodormo, R. & Naranjo, Mila. (2007). Evaluación continuada y apoyo al aprendizaje. Una experiencia de innovación educativa con el apoyo de las TIC en educación superior. Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa. Vol.5, nº 13, págs. 783-804.
- Cenich, G. & Santos, G. (2005). "Propuesta de aprendizaje basado en proyectos y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea". *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. Vol.7, nº 2, Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-cenich.html>. [Acceso en junio, 2013].

- AAEE. Agencia Andaluza de Evaluación Educativa. Consejería de Educación "Guía de Buenas Prácticas Docentes". 2012. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portal/com/bin/Contenidos/OEE/planesyprogramas/documentos_buenas_practicas/1357908565556_guxa_de_buenas_agavee.pdf [Acceso en julio, 2013].
- Chávez, E., Domingo, M., Molleda, G., Arenas, F. & Castañeda, R. (2010). Metodología innovadora de aprendizaje a través de símbolos, códigos de colores e hipervínculos. *Revista de Enseñanza Universitaria*, N.º 22; 7-17
- Durán, R. & Valle, A. (2004). Importancia Biológica del Mantenimiento de Líneas Celulares Estables. I. ANTECEDENTES. *Revista Digital CENIAP Maracay-Venezuela*.
- Eleizalde, M. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología Learning by discovery and its effectiveness in teaching the Biotechnology. *Revista de Investigación*, 71(34), pp.271–290.
- EUROPEAN COMMISSION. (2006). Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools. Disponible en: http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/studies/final_report_3.pdf [Acceso junio, 2013]
- Fernández, B.; Suárez, L. & Álvarez, E. (2006). El camino hacia el Espacio Europeo de Educación Superior: deficiencias metodológicas y propuestas de mejora desde la perspectiva del alumno. *Aula Abierta*. N° 88, págs. 85-105.
- Ferro, C.; Martínez, A. & Otero, Ma. (2009) «Ventajas del uso de las tics en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles». *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. N° 29
- Figueroa V. (2009). Producción del factor de necrosis tumoral-alfa e interleucina 1-beta en una línea celular de leucemia monoblástica y su efecto en la expresión de par-2. Universidad de Guadalajara, México.
- Freshney, R Ian & Freshney, M.G., (2002a). *Culture of Epithelial Cells Second.*, New York: Wiley-Liss.
- Freshney, R.I. (2005b). *Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Techniques Quinta.*, New York: Wiley-Liss.
- Fresquet JL. (2004). Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación. Universidad de Valencia. España.
- García, D.R., Fernández, G.F.G. & López, E.M. (2005). *Métodos alternativos a la experimentación animal: (guía de prácticas)*, Murcia: DM. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=Vi7pAAAACAAJ> [Acceso en mayo, 2013].

- García, E. (2000). Motivación del profesorado universitario para el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el acto didáctico. Anuario de Pedagogía. N°4, pag 165-196.
- García M. & Morcillo J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, N°3, 562-576
- Gisbert, M., Adell, J., Anaya, L. & Rallo, R. (2004). La Formación Presencial Virtual y a Distancia. Boletín de Rediris. No. 40.
- Gil-Loyzaga P. (2011). Cultivo de Células Animales y Humanas. Visión Libros, España.
- González, A., Gisbert, M., Guillem, A., Jiménez, B., Lladó, F. & Rallo, R. (1996). "Las nuevas tecnologías en la educación". EDUTEC'95. Palma: Universitat de les Illes Balears, págs. 409-422.
- Gómez, J. (2004). Las TIC en la educación. Página personal. Disponible en: <http://boj.pntic.mec.es/jgomez46/ticedu.htm> [Acceso julio, 2013].
- Hawley, T.S., Hawley, R.G. & Givan, A.L., Flow Cytometry Protocolos Volume 263. In Methods in Molecular Biology. Totowa, NJ: Humana Press.
- Heeren, E. & Collis, B. (1993). Design considerations for telecommunications-supported cooperative learning environments: concept mapping as a telecooperation support tool. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia. Vol. 4, n.º 2, pág. 107-127
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), 299-313
- Izquierdo, M. et al., (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares en ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias, 17 (1), 45-49
- Jiménez R. (2011). Metodología de generación automática de aplicaciones colaborativas. Maestría en Ingeniería Informática y de Telecomunicación Universidad Autónoma De Madrid. España.
- Kao FT. & Puck TT. (1968). Genetics of somatic mammalian cells VII. Proc Natl Acad Sci USA
- Lara, P. & Duart, J. (2005). Gestión de contenidos en el e-learning: acceso y uso de objetos de información como recurso estratégico. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 2, nº 2. Disponible en: <http://www.uoc.edu/rusc/2/2/dt/esp/lara.pdf>. [Acceso mayo, 2013].
- Langdon, S.P. (2004). Basic Principles of Cancer Cell Culture Methods and Protocols, Totowa, NJ: Humana Press.

- Malacarne, F. (2005). *Biotecnología*. Caracas: Venezolana.
- Madden, D. (1998). *Biotechnology education for school-age students*. *Nature biotechnology*, 16, p.98.
- Martínez, F. (1994): *Investigación y nuevas tecnologías de la comunicación en la enseñanza: el futuro inmediato*. Pixel-Bit. *Revista de medio y educación*, 2, 3-17.
- Martínez, F. y Prendes, Ma. (2004). *Nuevas Tecnologías y Educación*. PEARSON PRENTICE HALL, Madrid.
- Martínez, H. (2008). *Hipertexto. La convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*. Editorial Paidós. Barcelona, España.
- Marqués, P. (2000). *Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones*. DIM (Didáctica y Multimedia) Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/dim/> [Acceso mayo, 2013].
- Marqués, P. (2001). *Las TIC y sus aportaciones a la sociedad*. Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/tic.htm> [Acceso junio, 2013].
- Marqués, P. (2002). *Buenas prácticas docentes*. Dpto. Pedagogía Aplicada. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <http://dewey.uab.es/PMARQUES/bpracti.htm> [Acceso junio, 2013].
- Marqués, P. (2005). *Los docentes: funciones, roles, competencias necesarias, formación*. Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/docentes.htm> [Acceso junio, 2013].
- Marqués, P. (2011). *Planeación didáctica con TIC: La enseñanza. Buenas prácticas. La motivación*. Dpto. Pedagogía Aplicada. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/actodidaprende.htm> [Acceso junio, 2013].
- Marqués, P. (2013). *La web 2.0 y sus aplicaciones didácticas*. Disponible en: <http://www.peremarques.net/web20.htm> [Acceso junio, 2013].
- Mayer, R. (2000). *Diseño educativo para un aprendizaje constructivista*. En Reigeluth, Charles (ed.), *Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos*. Madrid. págs. 154-171.
- Meneses B. (2007). *Las nuevas tecnologías de la información. Interacción y aprendizaje en la universidad*. Universitat rovíra i virgili
- MELO L. (2003). "biotecnología y educación: una estrategia de enseñanza y aprendizaje" En: Colombia. *Evento: XXXVIII CONGRESO DE LA ACCB Ponencia*.
- Miller, R.L. (1990): *Learning beneficts of interactive technologies*. *Videodisc Monitor*, 8, 2, 14-15.

- Morcillo, J. G., García, E., López, M. & Mejías, N. (2007). Los laboratorios virtuales en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra: los terremotos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14 (2); 150-156
- Morales, I. & Habana, L. (2009). Buenas prácticas docentes The good teaching practices. , 23(1), pp.1–9.
- Muñoz, E. (2008). Evolution of the socio-economic impact of health-related biotechnologies. *Medicina clínica*, 131 Suppl(Supl 5), pp.48–54. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19631823> [Acceso mayo, 2013].
- Negrín, S., Sosa, A.E. & Ayala, M. (2007). Enseñanza Popular de la Biotecnología. *Biotecnología Aplicada*.1 (24):53-57.
- Ortega, J. (1997): Nuevas tecnologías y organización escolar: propuesta ecocomunitaria de estructura y uso de los medios didácticos y las tecnologías. *Organización y dirección de instituciones educativas*, Granada, Grupo Editorial Universitario, 203-222.
- Occelli M. (2013). Enseñar Biotecnología en la escuela. aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín Biológica* N°27 pág 9-13.
- Ocando O. & Díaz L. (2008). El futuro Biotecnológico. *AgroBio*. N°4. Disponible en: <http://www.agrobio.org/bfiles/agro-biofile-4.pdf>
- Pablos, J. (2008). Buenas prácticas docentes basadas en las TICS. Blogs del profesor. Universidad de Sevilla. Disponible en: <http://juandepablos.blogspot.com/2008/01/las-buenas-prcticas-docentes-basadas-en.html> [Acceso mayo, 2013].
- Palomares, L., Valdez-Cruz, N. & Ramírez ,O. (2011). Superando los retos del cultivo de células animales a través de la bioingeniería. *Biotecnología* V14 CS3.indd pp.385-98
- Pérez, I. & Garcías, A. (2005). Nuevas estrategias didácticas en entornos digitales para la enseñanza superior. *Didáctica y tecnología educativa para una universidad en un mundo digital*. Universidad de Panamá: Imprenta Universitaria.
- Pons, J. & Ramírez, G. (2007). Políticas educativas e innovación educativa apoyada en TIC:sus desarrollos en el ámbito autonómico. En *II Jornadas Internacionales sobre políticas educativas para la Sociedad del Conocimiento*. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/jornadas_internacionales/docs/upload/1101/11101C.pdf
- Ramírez, G., Vera, V. & Villamil L. 2005. *Cultivo de Células Animales*. Universidad Nacional de Colombia.

- Rodríguez, A. (2012). Tecnologías de información y comunicación para la enseñanza de la biotecnología. Revista electrónica REDINE-UCLA, 1(5), pp.75–86.
- Sancho, Ma. (2006). Tecnologías para transformar la educación. Ed. Alkal. Madrid, España.
- Schalk, A. (2010). Impacto de las TIC en la educación. Relatoría de la Conferencia Internacional de Brasilia. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.
- Sanmartí, N.; Marquéz, C.& García, P. (2003). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. Aula de investigación educativa, N° 113-114. pp. 8-13.
- Salinas, J. (2004). "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). UOC. Vol. 1, nº 1. Disponible en : <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf> [Acceso agosto, 2013].
- Salinas, J. (2004). "El rol del profesorado universitario ante los cambios de la era digital". Actas del I Encuentro Iberoamericano de Perfeccionamiento Integral del Profesor Universitario. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Sánchez, G. (2010). Centro del Conocimiento de Tecnologías Aplicadas a la Educación. Disponible en: http://www.tendenciaseducativas.es/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=88 [Acceso mayo, 2013].
- Sánchez-Lamar, A. (2008). Utilización de la Línea Celular CHO en los Ensayos de Genotoxicidad. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Rev Cubana Invest Biomed 18(1):19-21
- Sáenz, O. (1979): Tecnología educativa. Manual de medios audiovisuales. Zaragoza, Edelvives.
- Soto, F. & Fernández, J.(2003). Realidades y retos de inclusión digital. Comunicación y Pedagogía. N° 192, págs. 34-40.
- Salinas, J. (1997). "Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para la formación". En: M. Cebrián [et al.] (coord.). Recursos tecnológicos para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Málaga: ICE /Universidad de Málaga.
- Segretín, M. (2012). Los cultivos celulares y sus aplicaciones I. INGEBI-CONICET - Dpto. FBMyC, FCEyN-UBA. ArgenBio. Disponible en: <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Cultivos%20celulares%20I%20Euge.pdf> [Acceso septiembre, 2013].

- Silvio, J. (2011). La virtualización de la universidad: ¿Cómo transformar la educación superior con la tecnología?. IESALC, Caracas. Disponible en:http://www.schoolfed.nova.edu/dll/spanish/modulos/conocimiento/Silvio_La_virtualizacion_univ.pdf [Acceso septiembre, 2013].
- Tirado, R. (1997): Utilización de las nuevas tecnologías y tecnologías avanzadas en la formación profesional ocupacional (F.P.O.): un estudio en los centros de F.P.O. de Huelva. Facultad de Educación. Tesis doctoral inédita, Sevilla.
- UNESCO. (2008). Recursos en EDUTEKA para cumplir con los estándares de competencia en TIC para docentes. Disponible en: <http://www.eduteka.org/modulos/11/342/873/1> [Acceso mayo, 2013].
- UNP. United Paramount Network. *Noticias Financieras*: Avance de la biotecnología obliga a un cambio en la didáctica del aprendizaje. Datos publicados en febrero del 2005.
- Vazquéz C. 2009. Laboratorios Virtuales. Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas N° 20. Disponible en: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_20/CARLOS_VAZQUEZ_SALAS01.pdf [Acceso septiembre, 2013].
- Vedova G., Saldís N., Álvarez D., Carreño C. y Verdiña Ma. 2012. Biotecnología para todos. Editorial Fojas Cero. Buenos Aires- Argentina.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXO 1

Encuesta sobre la calidad de los videos y su relación con la teoría.

PREGUNTAS	ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS
1. Calidad de los videos	5 4 3 2 1
1.a. La metodología expuesta en los vídeos es 1.b. La calidad de los videos es 1.c. El tiempo de duración de los videos es Alternativas de respuestas: 5: excelente; 4: bueno; 3: adecuado; 2: malo; 1 : pésimo	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
2. Relación de los videos con la teoría	5 4 3 2 1
2.a. La relación entre el contenido de los videos y las prácticas fue 2.b. Su entendimiento de cómo manejar las células en cultivo se incrementó 2.c. Su entendimiento de la metodología de las prácticas se incremento con los videos 2.d. Su entendimiento de la teoría de las prácticas se incrementó con los videos Alternativas de respuestas: 5 mucho; 4: bastante; 3: poco; 2: alao; 1: nada	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
3. Uso de la metodología	SI NO Probable
3.a. Recomendaría utilizar esta metodología para otras prácticas si no probablemente Alternativas de respuestas: SI / NO / Probablemente	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

ANEXO 2

Índice de contenidos del Manual de Cultivo de Células Animales

Portada
Prefacio
Primera parte
1. Reglamento del laboratorio
2. Normas de bioseguridad
3. Manejo de desechos de residuos generados en el laboratorio de Cultivo de Células Animales
Segunda parte
4. Medio de Cultivo
5. Cultivos en monocapa
6. Criopreservación de líneas celulares
7. Cariotipo de líneas celulares
8. Cultivos en suspensión
9. Análisis del ciclo celular en linfocitos y U-937 por citometría de flujo
10. Ensayo de citotoxicidad con violeta cristal
11. Extracción de células de un explante primario
Tercera parte
12. Anexos
12.1. Preparación de reactivos
12.2. Fotografía de células y placas
13. Bibliografía

ANEXO 3

Lista de viales disponibles para el Banco de Líneas Celulares

TUBO N° 1	Posición	Línea celular	Núm. Células	Fecha
Rack 11	5	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	18-05-12
Rack 18	3	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	18-05-12
TUBO N° 2				
Rack 3	2	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	04-06-12
Rack 4	1	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	07-04-12
Rack 5	5	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	19-05-12
TUBO N° 3				
Rack 3	3	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	19-05-12
Rack 5	3	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	04-06-12
Rack 7	3	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	08-03-13
Rack 7	5	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	08-03-13
Rack 8	1	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	05-03-13
Rack 8	2	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	05-03-13
Rack 8	3	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	05-03-13
Rack 19	2	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	18-05-13
Rack 20	4	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-05-13
Rack 20	5	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-05-13
TUBO N° 4				
Rack 7	2	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	08-08-12
Rack 13	1	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	08-08-12
Rack 13	2	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	08-08-12
Rack 13	4	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	08-08-12
TUBO N° 6				
Rack 3	2	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	14-03-13
Rack 3	3	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	14-03-13
Rack 3	4	U-937	1 X 10 ⁷ cell/mL	14-03-13
Rack 19	1	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-01-13
Rack 19	2	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-01-13
Rack 19	3	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-01-13
Rack 19	4	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-01-13
Rack 19	5	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	17-01-13
Rack 20	1	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	22-01-13
Rack 20	2	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	22-01-13
Rack 20	3	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	22-01-13
Rack 20	4	CHO	1 X 10 ⁷ cell/mL	22-01-13

ANEXO 4

Lista de Placas

N° de posición	Línea celular	Descripción	Fecha
1	RKO	Cariotipo (a)	30-09-11
2	RKO	Cariotipo (a)	04-10-11
3	RKO	Cariotipo (a)	09-10-11
4	RKO	Cariotipo (a)	09-10-11
5	RKO	Cariotipo (a)	09-10-11
6	RKO	Cariotipo (a)	14-12-11
7	CHO	Cariotipo (b)	09-11-11
8	CHO	Cariotipo (b)	09-11-11
9	CHO	Cariotipo (a)	09-06-12
10	RKO	Cariotipo (a)	12-01-12
11	RKO	Cariotipo (a)	20-01-12
12	CHO	Cariotipo (b)	19-06-12
13	CHO	Cariotipo (c)	17-10-11
14	CHO	Cariotipo (a)	22-08-12
15	CHO	Cariotipo (a)	22-08-12
16	CHO	Cariotipo (a)	22-08-12
17	CHO	Indicé Mitótico (c)	01-09-12
18	CHO	Indicé Mitótico (c)	14-09-12
19	CHO	Indicé Mitótico (c)	04-05-12
20	CHO	Indicé Mitótico (b)	04-05-12
21	RKO	Indicé Mitótico (a)	04-05-12
22	CHO	Indicé Mitótico (a)	20-06-12
23	CHO	Indicé Mitótico (c)	20-06-12
24	CHO	Indicé Mitótico (b)	20-06-12
25	CHO	Indicé Mitótico (b)	01-09-12
26	A-549	Morfología (b)	27-04-12
27	A-549	Indicé Mitótico (b)	27-04-12
28	A-549	Indicé Mitótico (a)	27-04-12
29	A-549	Indicé Mitótico (a)	27-04-12
30	A-549	Indicé Mitótico (a)	27-04-12
31	CHO	Indicé Mitótico (b)	10-01-13
32	CHO	Indicé Mitótico (a)	10-01-13
33	CHO	Indicé Mitótico UV (a)	10-01-13
34	CHO	Indicé Mitótico (c)	10-01-13
35	CHO	Indicé Mitótico (b)	10-01-13
36	CHO	Indicé Mitótico (c)	10-01-13
37	CHO	Indicé Mitótico (a)	10-01-13
38	CHO	Indicé Mitótico (a)	10-01-13
39	U-937	Morfología (b)	20-06-13
40	U-937	Morfología (b)	20-06-13
41	U-937	Morfología (b)	20-06-13

ANEXO 5

Directorio Web del YouTube

Canal de YouTube
Esterilización de Material Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=mMyA6-dXI5I
Preparación de Medio Base Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=r_6WA7o2N9Q
Suplementación de Medio Base Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=7FK03CiRwdw
Descongelación de Cultivos en Monocapa: Células de Ovario de Hamster Chino (CHO) Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=J7Kjp4Ru0Bg
Mantenimiento y Subcultivo de la Línea Celular de Ovario de Hamster Chino (CHO) Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=THFeVypZfYY
Evaluación del Índice Mitótico de la Línea Celular de Ovario de Hamster Chino (CHO) Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=BwXXdO5vsHw
Criopreservación de líneas celulares Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=WYGaYUNbhUs
Cariotipo de líneas celulares Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=iCdWt-Dr7hg
Cultivos en suspensión: Análisis del Ciclo Celular de Linfocitos Humanos y de la Línea Celular U-937 por Citometría de Flujo Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=XdDLzcbEFMA
Ensayo de citotoxicidad con violeta cristal Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=MSVgcVakLAs
Extracción de Células de un Explante Primario Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=IBopkKSyck4

ANEXO 6

ATLAS

Fotografías de células y placas

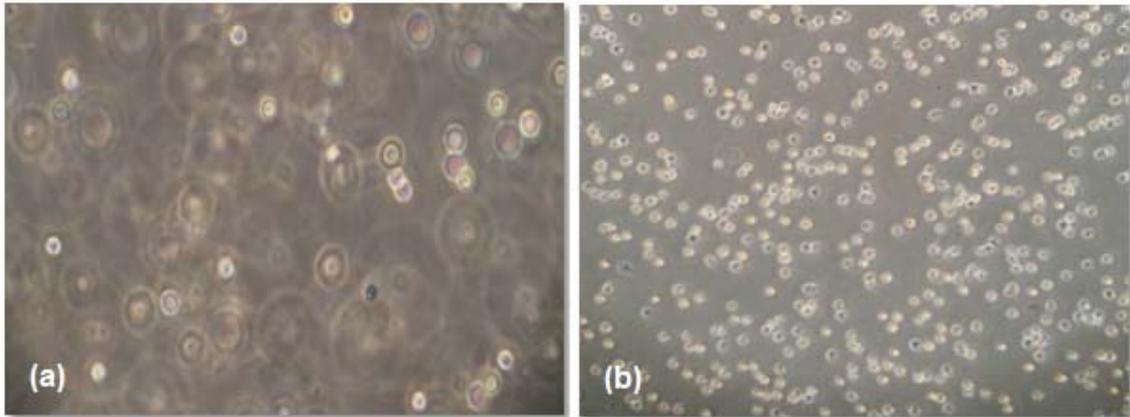


Figura 1. Células en monocapa durante el proceso de descongelación. (a) CHO células de ovario de hamster chino flotando en el momento de la descongelación. (b) CHO dos horas después (cambio de medio). Microscopio invertido Ph1/10x.

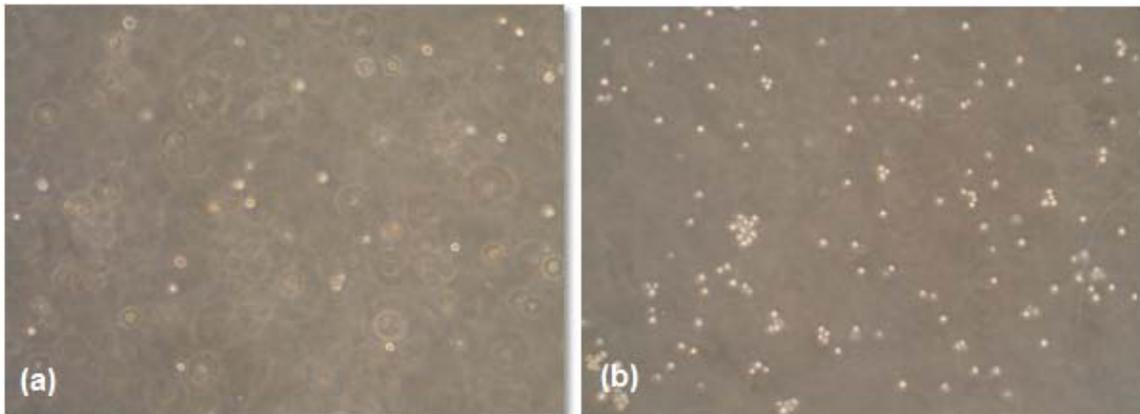


Figura 2. Células en suspensión durante el proceso de descongelación. (a) U-937 línea celular de linfoma histiocítico flotando en el momento de la descongelación. (b) U-937 flotando en agregados celulares, dos horas después (cambio de medio). Microscopio invertido Ph1/10x.

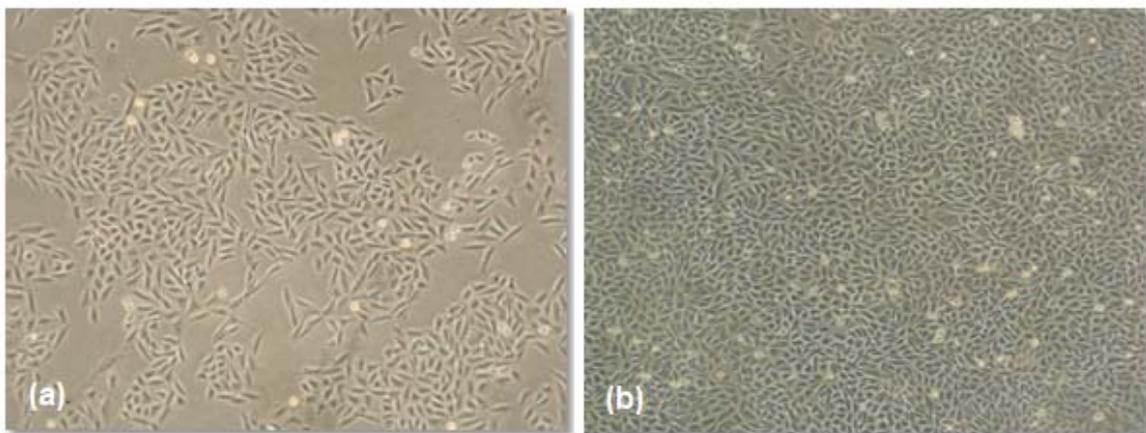


Figura 3. Morfología de células en cultivo. (a) CHO células de ovario de hamster chino en fase logarítmica, confluencia del 70%. (b) células CHO en fase estacionaria. Microscopio invertido Ph1/10x.

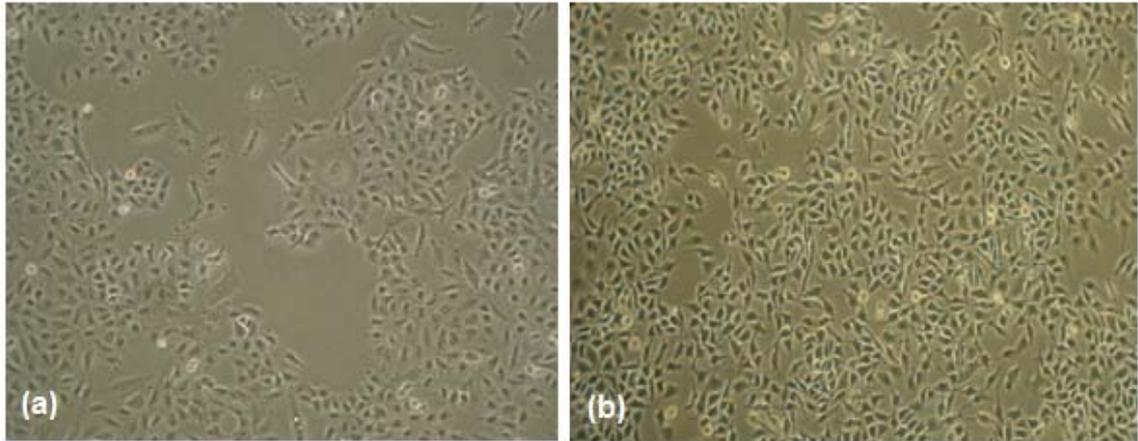


Figura 4. Morfología de células en cultivo. (a) A-549 células de carcinoma de pulmón en fase de crecimiento.(b) RKO células de cáncer de colon (confluencia del 90%). Microscopio invertido Ph1/10x.

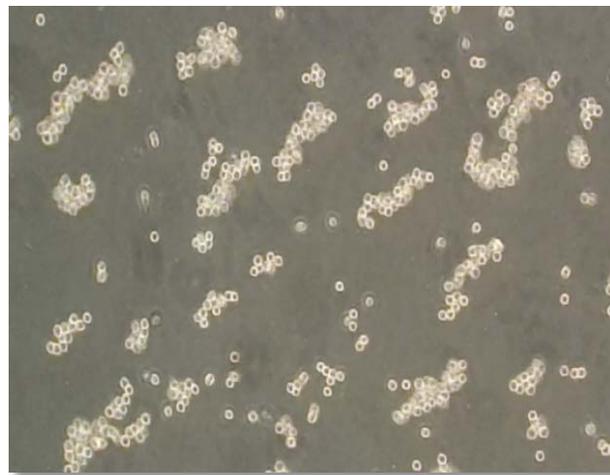


Figura 5. Línea celular con tripsina. CHO células redondas por acción enzimática de la tripsina. Microscopio invertido Ph1/10x.

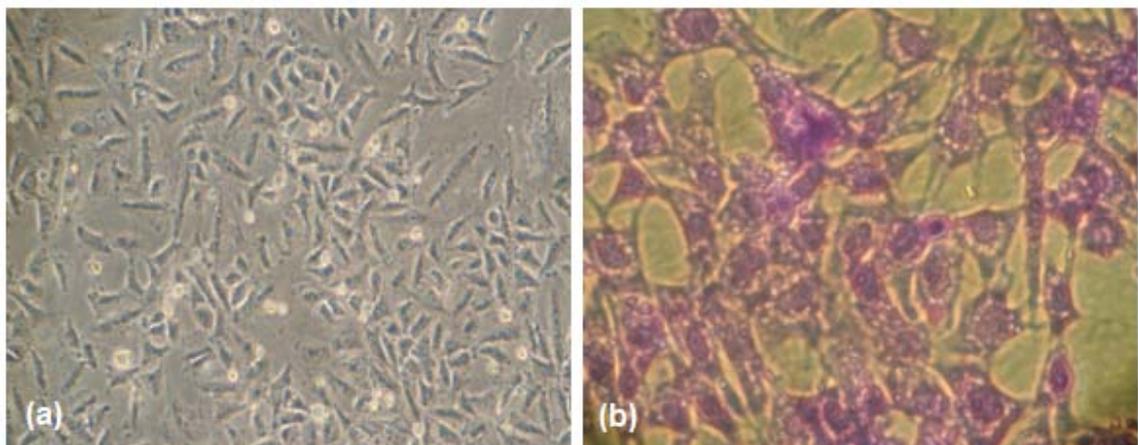


Figura 6. Células estresadas. (a)línea celular CHO,células de ovario de hamster chino. Ph1/10x (b) cultivo primario de embrión de pollo, células teñidas con giemsa Ph3/40x.

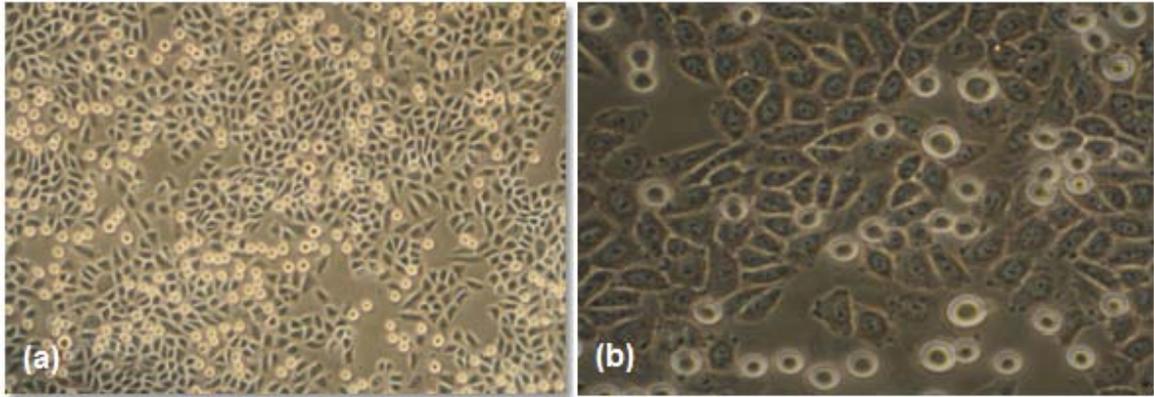


Figura 7. Línea celular CHO. Células en metafase por acción de la colcemida.(a)línea celular CHO,Ph1/10x (b) línea celular CHO, Ph3/40x.

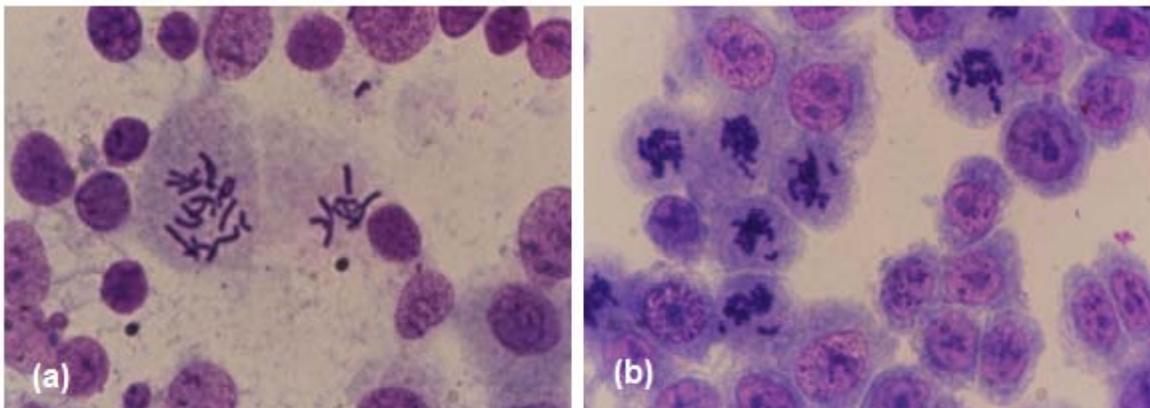


Figura 8. Células en metafase. (a)línea celular CHO (b) línea celular A-549. Tinción con Giemsa a pH 6.8. Microscopio óptico 100x.

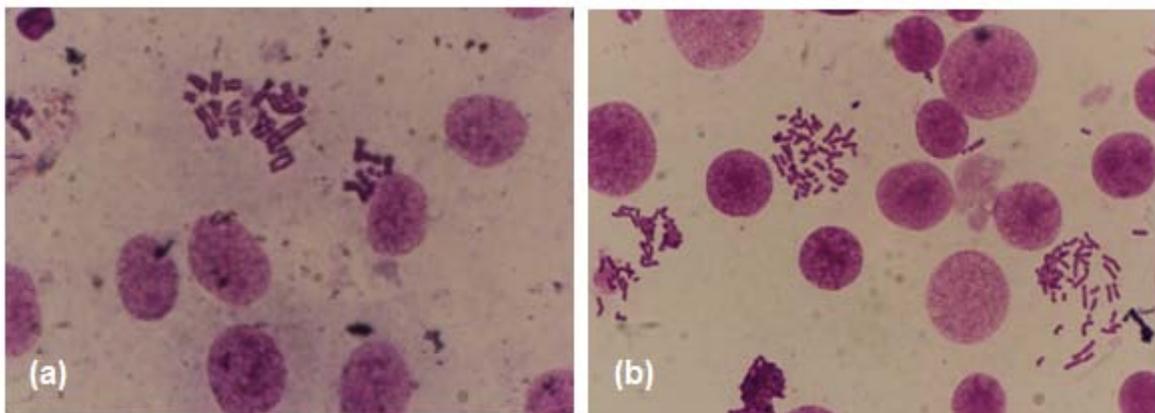


Figura 9. Cariotipo. (a) línea celular CHO (b) línea celular RKO. Tinción con Giemsa a pH 6.8. Microscopio óptico 100x.

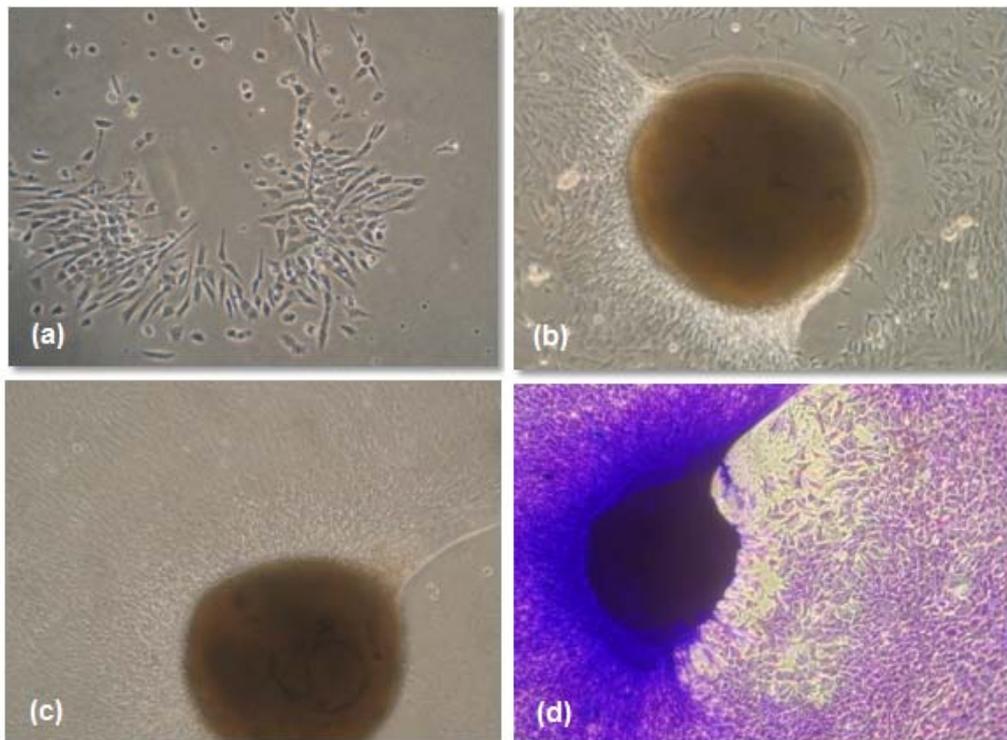


Figura 10. Cultivo primario, explante de embrión de pollo. (a) fase inicial de crecimiento 3 días después de la explantación (explante removido). (b) otro explante en el 4to día de crecimiento. (c) y (d) 5to día. Tinción con violeta cristal. Microscopio invertido Ph1/10x.

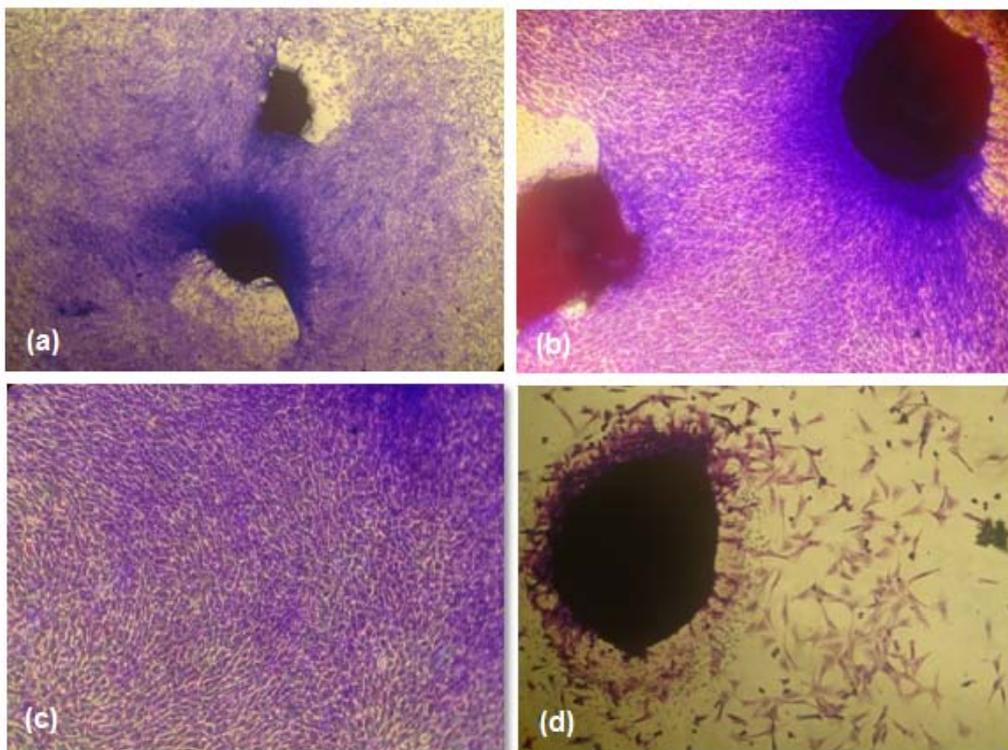


Figura 11. Cultivo primario de embrión de pollo. Crecimiento de células alrededor del explante en el 5to día. (a) PhL/4x. (b) y (c) Ph1/10x. (d) Ph2/40x. Tinción con violeta cristal. Microscopio invertido con contraste de fase.

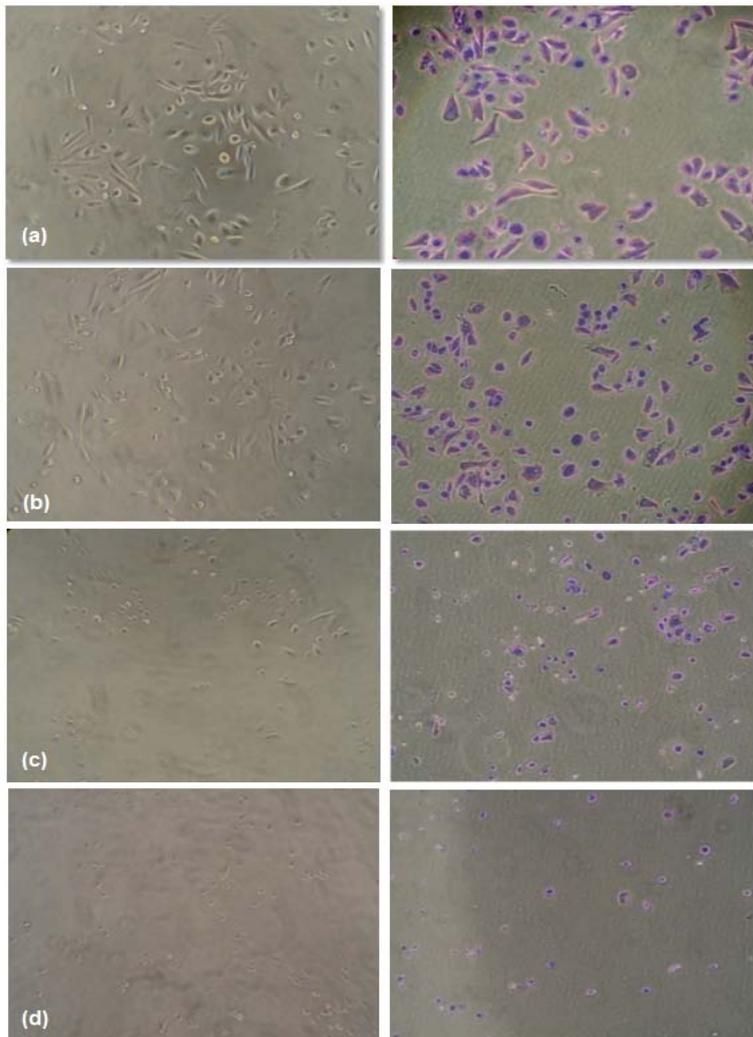


Figura 12. Ensayo de microtitulación. Línea celular CHO expuesta a diferentes concentraciones de Doxorubicina / 48h. (a) 0.5 μ M (b) 1 μ M (c) 2 μ M (d) 4 μ M. A mayor concentración de DOXO menor supervivencia celular. Tinción violeta cristal. Microscopio invertido Ph1/10x.

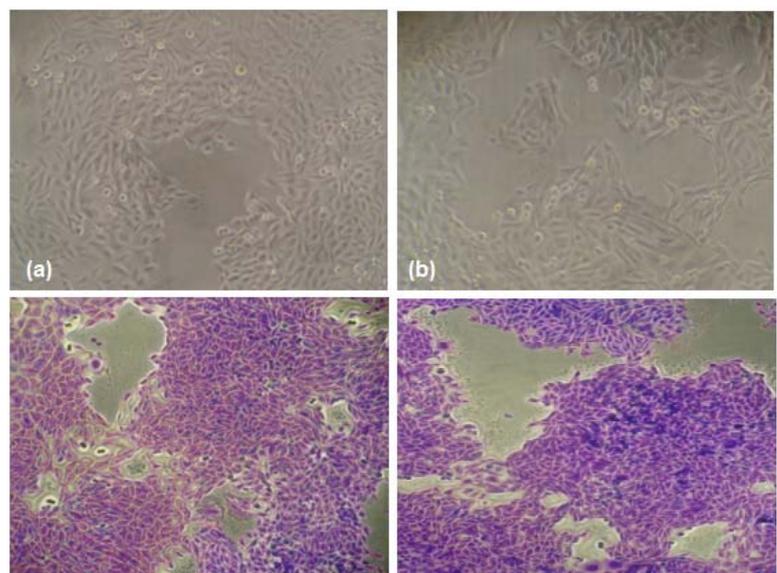


Figura 13. Ensayo de microtitulación. Línea celular CHO (a) control positivo DMSO (b) células sin tratamiento. Tinción violeta cristal. Microscopio invertido Ph1/10x.

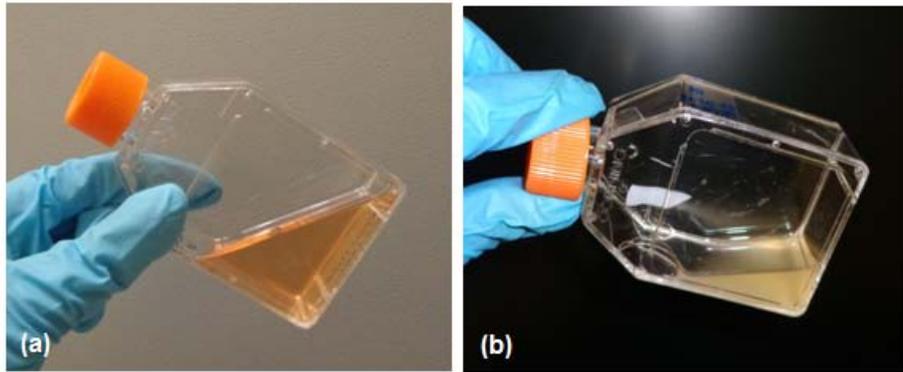


Figura 14. Frasco de cultivo con células. (a) medio transparente de color durazno. (b) medio turbio de color amarillo (medio ácido).

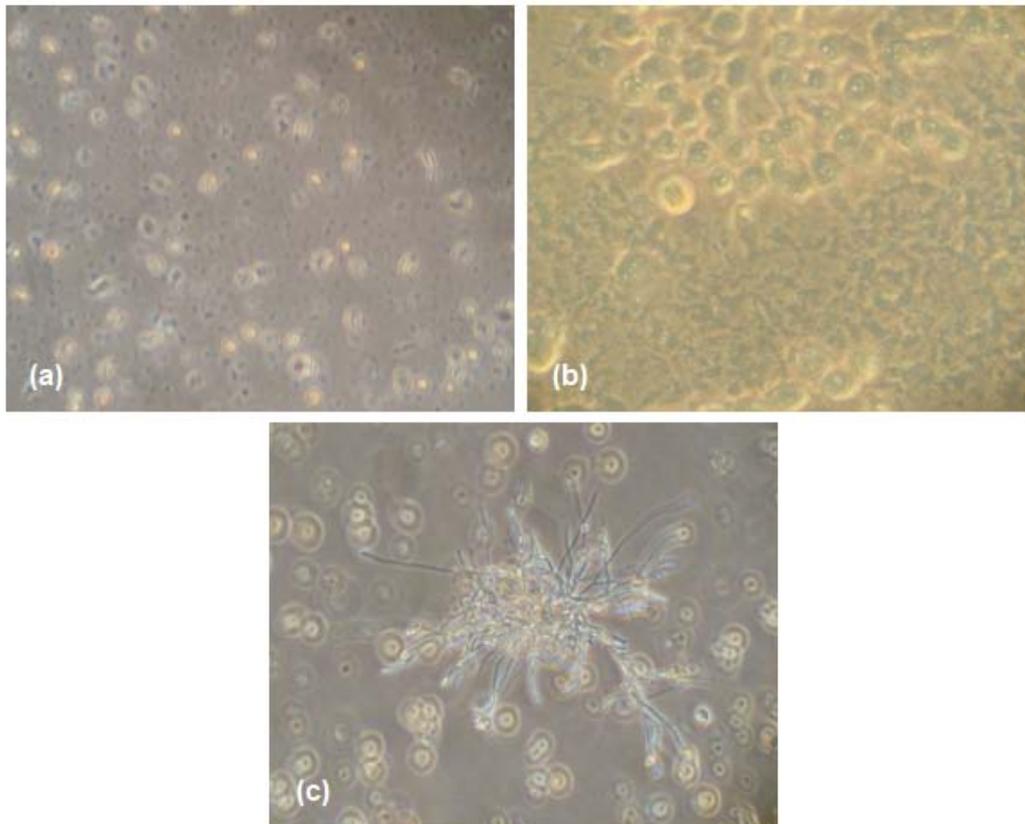


Figura 15. Tipos de contaminación. Ejemplos de microorganismos que pueden contaminar los cultivos celulares.(a) bacterias. (b) levaduras. (c) hongos. Microscopio invertido Ph2/20x.