



**A.N.E.P.**

**Consejo de Educación Técnico Profesional  
(Universidad del Trabajo del Uruguay)**

	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
<b>TIPO DE CURSO</b>	CURSO TÉCNICO Terciario	050
<b>PLAN</b>	2011	2011
<b>ORIENTACIÓN</b>	CONTROL AMBIENTAL	264
<b>SECTOR DE ESTUDIOS</b>	AGRARIO	2
<b>AÑO</b>	1ERO	1
<b>MÓDULO</b>	SEMESTRE I	1
<b>ÁREA DE ASIGNATURA</b>	CONTROL AMBIENTAL	114
<b>ASIGNATURA</b>	MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL	2942
<b>ESPACIO CURRICULAR</b>	-	-

<b>TOTAL DE HORAS/CURSO</b>	80 hss
<b>DURACIÓN DEL CURSO</b>	16 sem
<b>DISTRIB. DE HS /SEMANALES</b>	5 hs.

<b>FECHA DE PRESENTACIÓN</b>	
<b>FECHA DE APROBACIÓN</b>	
<b>RESOLUCIÓN CETP</b>	

**PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO  
ÁREA DISEÑO Y DESARROLLO CURRICULAR**

## I-FUNDAMENTACIÓN

El ámbito laboral y social en que se desempeñará el egresado de la Tecnicatura en Control Ambiental, así como las tareas correspondientes a su perfil de egreso, hacen necesaria una formación en la cual el manejo de ciertos conceptos y competencias propias de las Ciencias Biológicas resultan importantes.

Superada las etapas media básica y superior de la Enseñanza, la presencia de la Microbiología en el currículo solo se justifica en la medida en que aporte de modo significativo a las competencias profesionales del egresado, para que pueda profundizar en la comprensión del micromundo que hace a la calidad de vida de los ecosistemas y del hábitat en el que vive o desarrolla sus actividades. Además, de generar en el ciudadano un conjunto de acciones centradas en la responsabilidad de la detección de riesgos, participación en la elaboración de estrategias de actuación frente a situaciones que afectan y requieren intervención. Operar en el ámbito técnico científico así como en la búsqueda de alternativas de recuperación o preservación de la calidad del ambiente desde una visión integradora e integral de las ciencias, debe ser una meta a alcanzar por el egresado.

**La Microbiología Ambiental: “Asignatura que se encarará en forma fundamentalmente práctica desarrollando en el estudiante las capacidades para interpretar y realizar análisis microbiológicos y bacteriológicos del agua y residuos varios y disponer de medidas de control”** (En: Curso Técnico Control Ambiental; 2011:6).

## II- OBJETIVOS

**Objetivo General: Promover la indagación y generación de conocimiento básico y aplicado de los microorganismos con potencialidad para ser utilizados en cuidados sociomedioambientales.**

### Objetivos Específicos:

- **Construir conceptos básicos de Microbiología.**
- **Desarrollar las técnicas más comúnmente utilizadas en los laboratorios Microbiología.**
- **Estudiar la composición microbiana de muestras ambientales de agua, suelo y aire.**
- **Definir medidas de mitigación y gestión para los potenciales impactos asociados con los seres vivos objeto de estudio de la Microbiología.**

## III- CONTENIDOS

La **Microbiología**, se ocupa de los microorganismos, sus actividades tanto nocivas como favorecedoras de procesos, sus aplicaciones y control, así como los avances más significativos para la mejora de las condiciones de vida de las comunidades y actividades productivas que las mismas emprenden en un modelo ecológico de desarrollo.

El conocimiento y la utilización de los microorganismos como objeto de indagación e investigación biológica son fundamentales en la formación del Técnico en Control Ambiental. El control microbiológico del agua, suelo y aire troposférico está en aumento y requiere de los aportes de la Bioquímica, de la Biología Molecular, de los avances de la Genética y de la Fisiología en cuanto a procesos metabólicos se refiere. Por su vínculo con el ambiente, debe tener presente los conocimientos producidos en las asignaturas Estadística, Ecología y Polución y de las técnicas de las que se apropia el estudiante en el desarrollo de las prácticas de Química analítica durante el cursado de la asignatura de Química General Aplicada.

El pensamiento ambiental permite la comprensión de esta asignatura integrada a la Química Ambiental y a la vez emprende la toma de muestras y transporte seguro para el análisis

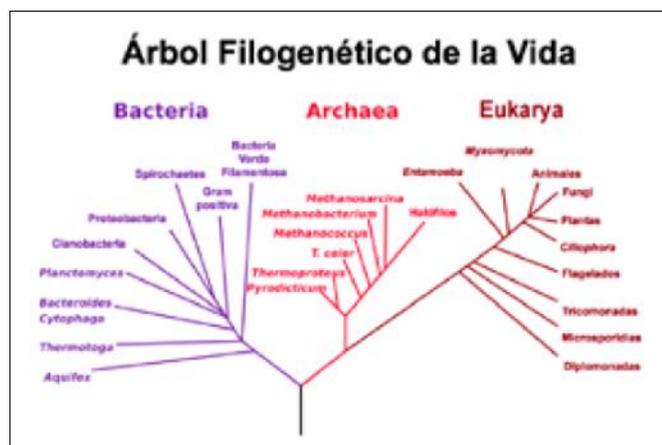
microbiológico cualitativo y cuantitativo. El **control de calidad ambiental** depende de un eficiente y óptimo recuento microbiológico en cantidad y calidad y, a la vez del desarrollo de la Biotecnología aplicada a la cotidianeidad.

El abordaje de la **Microbiología Ambiental** en un curso técnico proporciona las competencias mínimas desde lo conceptual y práctico requeridas para la obtención de muestras, estudio e interpretación de los resultados. Esta asignatura pone el énfasis en las actividades de campo para la obtención de muestras “in situ” y posterior estudio en el laboratorio.

Las competencias científicas incorporan técnicas de bioseguridad frente al reconocimiento de estar trabajando con organismos vivos que pueden comportarse de manera muy diferentes en función de las condiciones a las que se encuentre expuesto (condiciones físico-químicas del hábitat) y estado del sistema inmunológico de los integrantes de un equipo técnico de control ambiental. Es esta una gran diferencia con respecto a la Química General Aplicada en el semestre anterior: condiciones de asepsia y “descarte” de materiales contaminados exigen el aprendizaje y aplicación de la normativa sobre gestión y tratamiento de residuos hospitalarios.

### TEMÁTICAS CONDUCTORAS

Un recorrido histórico crítico, con la mirada puesta en la ciencia como una construcción histórico-social-cultural en sus dimensiones científica, técnica y emocional no puede estar ausente en la planificación de todo docente que emprenda el desarrollo de la asignatura Microbiología Ambiental.



Rock'n Roll. Fuente: PNAS 1990

En el curso se contempla de forma obligatoria un conjunto de procedimientos metodológicos, y técnicas fundamentales en el análisis microbiológico del agua como recurso múltiple. El

objetivo es la detección y análisis de indicadores de contaminación de los más variados, pero con especial énfasis en los más frecuentes y perjudiciales para la salud de las comunidades: nos referimos a coliformes totales y fecales, estreptococos, E. coli, (son algunos de los ejemplos).

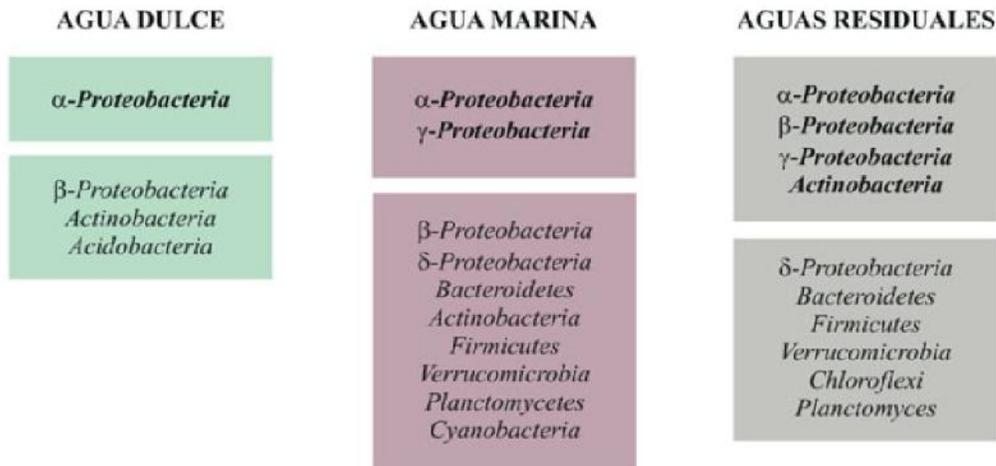
La toma de muestras seguras, el transporte y la conservación adecuada son pasos a optimizar y, así obtener resultados validados para la interpretación.

La interpretación de los resultados, la formulación de nuevas hipótesis, la elaboración de informes técnico-científicos (protocolos) son un requisito inexcusable para la ciencia.

El enriquecimiento de la información se da ante la demostración y detección de otros patogénicos (enterovirus, otros procariontes y esporas) presentes en el agua. Pero también se contemplan los procesos metabólicos y ecológicos característicos de componentes bióticos.

Los métodos moleculares, equipamientos rápidos y automatizados, la captura de imágenes y el registro de movimiento facilitan la definición de los parámetros de calidad de aguas de consumo humano, las normas sobre aguas naturales envasadas, alimentos e higiene de los utensilios, las regulaciones sanitarias para las aguas de regadío en huertas y de recreación, exige competencias específicas como: a) la toma de muestras adecuadas según las localizaciones y b) la seguridad microbiológica, así como los principios en que se sustentan. Sobre este punto es que se definen y comparan los parámetros ecotoxicológicos y toxicológicos (contenidos a trabajar junto con Toxicología Ambiental).

El agua, como recurso también es parte del ecosistema suelo. Este último, merece una especial atención por su dinámica, conocida por uno pocos expertos en la temática y algunos buenos observadores ocasionales aquello que va más allá de las concepciones “tierra” o “donde se pisa”, o de la simple definición de los tipos y estratos. La aplicación de técnicas de biología molecular al estudio de la microbiología del suelo ha representado un gran avance en el conocimiento de estos ecosistemas.



Grupos filogenéticos identificados en estudios moleculares de suelos y otros ambientes.

Hugenholtz et al., 1998

La biodiversidad existentes en la diversidad de suelos es aún desconocidos para los egresados de la Educación Media Superior. No es una omisión intencional, sino que la escasa posibilidad de los trabajos de campo como estrategia didáctica sumada a las limitaciones que muchos de ellos presentan a ser cultivados en condiciones de laboratorio, son sólo líneas de trabajo de una ciencia que emprende con fuerza la microbiología molecular de suelos.

El gran desafío del siglo XXI es determinar la fisiología y ecofisiología de los diferentes microorganismos que constituyen las comunidades edáficas. En este estado de situación prometedora, la integración de técnicas de estudio de la microbiología tradicional, con el aporte de las metodologías moleculares, incluyendo los avances registrados con las técnicas de genómica y metagenómica sin duda contribuirán a la producción de conocimiento sobre el funcionamiento de las comunidades microbianas del suelo.

El suelo también tiene aire y éste puede actuar en dos sentidos, dependiendo de si la colonia bacteriana es anoxibiótica u oxibiótica. El aire que circula es el denominado troposférico por lo que su composición puede variar según el ambiente, por lo que también se constituye en objeto de estudio de la Microbiología Ambiental.



Grupos filogenéticos identificados en estudios moleculares de suelos y otros ambientes.

Hugenholtz et al., 1998

La atmósfera es un medio para la dispersión de muchos tipos de microorganismos (hongos y de sus estructuras reproductoras, bacterias de las más diversas y virus), procedentes de otros ambientes. Algunos en un proceso evolutivo y de adaptaciones especializadas resisten las condiciones adversas, permanecen y se incrementan en condiciones atmosféricas particulares (especialmente presentes dados los factores que caracterizan el cambio climático).

Los microorganismos dispersados por el aire merecen ser estudiados por su importancia biológica y económica. Muchos de estos organismos producen alteraciones en la homeostasis ecosistémica, alteran plantas, animales y humanos, descomponen alimentos, producen toxinas y compuestos orgánicos que contribuyen al deterioro de componentes naturales y artificiales que construyen paisaje. La Microbiología del aire troposférico comienza en el siglo XIX, con Pasteur. Las enfermedades transmitidas por el aire, a modo de recordatorio, son las respiratorias (neumonía, resfriado, gripe), sistémicas (meningitis, sarampión, varicela, micosis) y alérgicas provocadas fundamentalmente por hongos y sus estructuras.





**Bloque de contenidos.**

<b>TEMÁTICAS CONDUCTORAS</b>	<b>CONTENIDOS</b>	
	<b>Mínimos</b>	<b>Profundización</b>
<b>Microbiología</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Introducción a la Microbiología- Red de vínculos conceptuales y aplicaciones con las asignaturas de la Tecnicatura.</li><li>- Construcción histórica de la Microbiología. Avances y logros más significativos en el estudio de los ecosistemas (Pasteur, Koch, teoría endosimbiótica, tipos celulares)</li></ul>	Estudio de casos (documentos científicos y sus aportes más relevantes).

<p><b>Biodiversidad microscópica</b></p>	<p><b>Archeobacterias, eubacterias y eucariontes.</b></p> <p><b>Procariotas:</b></p> <p>Morfología y estudio de la ultraestructura de la célula bacteriana. Genómica, taxonomía y ecofisiología bacteriana. Biosensores bacterianos.</p> <p><b>Eucariontes:</b></p> <p><b>- Protoctistas</b></p> <p><b>- Algas.</b> Identificación. Las microalgas y sus posibilidades bioremediadoras y energéticas. Algas restauradoras de ecosistemas.</p> <p><b>- Hongos.</b></p> <p><b>¿Virus? ADN y ARN.</b> Mecanismos de acción en la célula. Caracterización. Bacteriófagos.</p>	<p>.Mitos y realidades sobre las bacterias-sintetizadoras (cianobacterias).</p> <p>Bacterias en productoras de uso industrial.</p> <p>.Microorganismos patógenos presentes en el suelo- agua y aire</p> <p>.Actividades prácticas de identificación a partir de imágenes y videos</p> <p>.Muestreo ambiental con identificación de sitio.</p> <p>.Detección y caracterización de bacteriófagos en muestras de agua.</p>
--	---	---

<p><b>Métodos y Técnicas Microbiológicas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bioseguridad en el trabajo de campo y laboratorio de Microbiología.</li> <li>-Cultivos, siembra</li> <li>-Reproducción</li> <li>-Taxonomía</li> <li>-Genética de los microorganismos</li> </ul>	<p><b>.Bioseguridad en las actividades prácticas.</b></p> <p>.Técnicas de obtención, transporte seguro y conservación de muestras.</p> <p>.Actividades prácticas</p>
<p><b>Microorganismos y Ecosistema-s</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Microorganismos en el equilibrio-desequilibrio del ecosistema.</li> <li>-Uso de microorganismos en el control biológico y en la recuperación de microecosistemas (agentes físicos, químicos y biológicos intervinientes)</li> <li>-La importancia de la utilización del RNA ribosómico en los análisis de la composición de comunidades microbianas de suelos.</li> <li>-La utilización de biomarcadores moleculares en el estudio de la microbiología del suelo.</li> <li>-Microbiología y Biotecnología: nuevas perspectivas y desarrollos en el ámbito regional.</li> <li>-Cibertaxonomía de los microorganismos.</li> </ul>	<p><b>.Prácticas y microproyectos-evaluación.</b></p> <p>.Acceso a publicaciones en revistas arbitradas.</p> <p>.Lectura crítica</p> <p>.Discusión</p> <p>.Presentación de informes</p>

<p><b>Trabajo de campo (no es la pasantía)</b></p>	<p>-Trabajo de campo -Investigación -Publicación de los resultados -Divulgación en la comunidad como forma de democratizar el acceso al conocimiento.</p>	<p>.Fuerte componente prácticas de laboratorio a ser diseñadas por el equipo docente de forma de optimizar los procesos y la calidad de los resultados (se sugerirá un listado de prácticas) Ej- recuperación de aguas contaminadas por efluentes Ej. Toxinas ambientales producidas por microorganismos y genética. . Acceso autorizado a laboratorios del área de la salud, universidades, industrias, laboratorios privados y LATU.</p>
--	---	--

## **Actividades Prácticas sugeridas**

### **Procedimientos microbiológicos**

**Bioseguridad:** Normas, Programa, Comité y Supervisión. Niveles, técnicas y procedimientos de bioseguridad. Transporte, recepción y procesamiento de la muestra.

Asepsia: Técnicas

Esterilización: Proceso. Procedimiento empleado en el lavado y descontaminación. Lavado y secado: técnicas y equipos. Inspección del material. Selección del método adecuado. Clasificación de Spaulding y otras según las normas vigentes y tipo de muestras. Métodos de esterilización.

Eliminación de desechos.

Transporte: condiciones y equipamiento para el transporte y mantenimiento seguro de las muestras objeto de estudio. Seguridad para el usuario y calidad en los resultados obtenidos. Condiciones que afectan las variables a estudiar en muestras objeto de la Microbiología. Estudio de casos sobre muestras alteradas y el impacto en los resultados.

**Instrumentos:** Microscopio, lupa estereoscópica. Identificación, uso adecuado y manipulación eficiente. Tipo de observaciones.

**Videos y Laboratorios Virtuales:** Selección y visualizado de videos que aportan información sobre Microbiología. Fortalecimiento de los saberes cuando no se dispone de los últimos desarrollos tecnológicos y técnicos.

**Microscopio Electrónico:** Reconocimiento del mecanismo de funcionamiento y tipo de imágenes. Interpretación de imágenes. Visita a laboratorio con disponibilidad de este tipo de microscopio. Actividad práctica como visitante o pasante. Microscopía por fluorescencia. Interpretación de imágenes de estructura celular.

**Cultivos:** técnicas de realización en función del microorganismo. Composición, criterios de clasificación, clasificación e importancia.

**Siembra:** Morfología bacteriana. Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Diversidad en la composición de los medios de cultivos. Formular medios de cultivo. Aislamiento de los microorganismos.

**Crecimiento bacteriano.** Métodos de recuento de totales y de viables. Gráficos (curvas) de crecimiento.

**Criterios de clasificación de microorganismos:** Morfología y coloración de las colonias. Agrupamiento. Respuesta a la tinción. Técnicas de Tinción. Uso de indicadores de comportamiento metabólico. Capacidad de asimilación de compuestos C (hidrólisis de almidón, rojo de metilo Vóges-Proskauer) y N (producción de Indol, liquefacción de gelatina). Empleo de las últimas técnicas y tecnologías de las que pueda disponerse (en el ámbito industrial y académico) regional para que el estudiante adquiera las competencias necesarias para el ingreso en un campo laboral de alta tecnología y comunidades demandantes de respuestas urgentes a problemas cotidianos.

**Genómica microbiana:** Diversidad génica y taxonómica de los seres vivos: Selección y estudio de documentos científicos. El genoma de procariontes. Expresión y regulación. Variabilidad por mutación y recombinación de genes, transformación, conjugación y transducción (se sugiere el empleo de todos los recursos TIC disponibles para la enseñanza y aprendizaje actualizado y de calidad conceptual). Estudio de bacteriófagos. Procesos de lisogenia y conversión fágica.

**Protoctistas:** Diversidad. Selección según las necesidades del equipo docente (necesidades didáctico-científicas plasmadas en la planificación de todas las asignaturas del semestre) poniendo el énfasis en las prioridades del contexto. Las prioridades se definen en base a estudios y relevamientos de carácter científico promovidos por la academia y los municipios binacionales. Estructura celular de protozoarios heterótrofos. Reproducción. Ciclos biológicos con impacto detectado (noxas) sobre el ser humano.

### **Indicadores de la calidad del agua**

Microbiota dulceacuícola: Análisis de muestras de agua dulce procedente de diferentes fuentes. Bioseguridad en la obtención, transporte y tratamiento.

Análisis microbiológico de agua potable, de recreación y en la industria alimentaria.

Microorganismos del agua. Normas ISO según uso y destino del agua. Normas Bromatológicas del Mercosur en relación al agua. Parámetros. Rangos de aceptabilidad.

Medición de Turbidez. Uso de medidor Nefetométrico.

Estudio de efluentes. Toma de muestras. Identificación de los potenciales impactos ambientales ocasionados por la presencia de microorganismos (en fases de contaminación-degradación y/o recuperación) recuperación. Trabajo interdisciplinar de selección de un efluente de significativo para la comunidad.

Elaboración de informes técnicos “Calidad del agua en y para...” ( se sugiere poner el énfasis en la interdisciplinaridad del semestre II como forma de producir de manera integrada e integral)

**Aire troposférico representa el vector de contaminación entre una fuente contaminante y un receptor en riesgo.**

Análisis microbiológico del aire. Métodos de gravedad y de impacto.

Hongos en análisis microbiológico del aire.

Control microbiológico del aire en un sector determinado (ejemplo laboratorio escolar) Valorar la esterilidad del aire, los riesgos por agentes infecciosos, los procesos de higiene y el control después de la desinfección.

**Microbiota del suelo**

Estructura del suelo. Identificación de perfiles. Obtención de muestras. Interacciones entre microorganismos y microorganismo-hospedador. Simbiosis. Importancia de los microorganismos en los Ciclos biogeoquímicos.

Microflora del suelo. Métodos: desprendimiento de CO<sub>2</sub>; recuento de NMP y Mc Grady; Índice de actividad rizosférica; Rossy- Cholodny. Identificación de la microflora por aislamiento y caracterización (nitrificadores; fijadores libres de N; simbiosis por asociación en cianobacterias; fijadores de N en relaciones simbióticas). Inoculantes más difundidos e inoculación. Observación, seguimiento y registro de Micorrizas. Importancia biológica.

Microorganismos y calidad ambiental. Elaboración de informe técnico “Suelo apto o no para...” (énfasis en la interdisciplinariedad del semestre II)

**Complementarias**

Artrópodos vectores de microorganismos.

Ensayos bioquímicos estandarizados API2OE

Epifluorescencia (técnicas rápidas de recuento)

Visita a Laboratorios Tecnológico del Uruguay y UNIT. Muestras ambientales y su tratamiento con equipos de alta tecnología. Dinámica de la Normativa. Actualización por parte del Técnico en Control de Calidad Ambiental.

Biopelículas.

#### **IV- PROPUESTA METODOLÓGICA**

La enseñanza de las ciencias habilita el desarrollo de estrategias didácticas (procesos dirigidos a lograr ciertos objetivos, promover y facilitar los aprendizajes y a desarrollar competencias). La elección de unas u otras dependerá de los objetivos de enseñanza, de la formación académica previa en ciencias; en especial en esta disciplina, del alumnado, del contexto socio-cultural, de su País de origen y también de las características personales de quien enseña, pero siempre deberá permitir al alumno aproximarse al modo de producción del conocimiento científico.

Al hacer mención a los objetivos de la enseñanza superior, y en especial al perfil de egreso de este curso terciario, se ha destacado el de acompañar al estudiante en la construcción de conocimiento de manera integral para comprender la realidad, intervenir en ella y transformarla. Esta preparación, requiere enfrentar al alumno a situaciones reales, que le permitan la movilización de los recursos, cognitivos, socio afectivos y psicomotores acompañados por las TIC de modo de ir construyendo modelos de acción resultantes de un modo de saber, un saber hacer, y un saber explicar lo que se hace-saber argumentativo producto de una ciencia en construcción permanente.

Necesariamente se precisa de un profundo cambio en la forma de organizar las clases y en las metodologías a utilizar. Es muy común que ante el inicio de un curso se piense en los temas que “tengo que dar”; la preocupación principal radica en determinar cuáles son los saberes básicos a exponer, ordenarlos desde una lógica disciplinar, si es que el programa ya no lo propone, y concebir situaciones problema vinculadas con la cotidianeidad cercana al estudiante y a la vez enmarcadas en un modelo ecológico de desarrollo.

Lograr que frente a situaciones que son complejas desde el principio, el estudiantado enfrentado a ellas se vea obligado a buscar la información ante el deseo de saber y la búsqueda de los conocimientos que le faltan para usarlos como recursos en su resolución. Este proceso no es un trabajo individual, sino el producto de la interacción entre estudiantes, equipo docente-estudiantes-comunidad educativa –comunidad académica y comunidad de pertenencia del centro educativo. Se trata del trabajo cooperativo y colaborativo para el desarrollo de un pensamiento científico para todos los actores, porque quién no conoce no puede contribuir en los cuidados sociomedioambientales que son objeto de la Biología y en especial de la Microbiología.

Estas situaciones deben estar contextualizadas, razón por la cual se deberán elegir situaciones del contexto que sean relevantes y que se relacionen con la orientación de la formación técnica que el alumno ha elegido.

En este sentido, es fundamental la coordinación con las demás asignaturas que conforman el diseño curricular en procura de lograr enfrentar al alumno a situaciones reales cuya comprensión o resolución requiere conocimientos provenientes de diversos campos disciplinares y competencias pertenecientes a distintos ámbitos de formación.

**El docente deberá tener presente los contenidos programáticos, de la asignatura Microbiología y de las asignaturas científico – tecnológicas que conforman la propuesta curricular, no sólo de este semestre sino de los siguientes ya que todas ellas tienen su fundamentación y explicación.**

**Un segundo aspecto a considerar al seleccionar las estrategias didácticas, es el perfil de ingreso establecido para esta formación técnica dado que esto condiciona el nivel**

**cognitivo de nuestros alumnos. Dado que esta oferta educativa surge de un acuerdo binacional Uruguay – Brasil tienen acceso a este curso alumnos uruguayos y brasileros de variada formación y procedencia. Pueden ingresar alumnos con Bachillerato aprobados en cualquiera de sus orientaciones (Secundaria y UTU) para uruguayos y Enseñanza Media completa para estudiantes brasileros.**

Por tratarse éste de un curso de educación superior, es posible que desde el punto de vista de su desarrollo cognitivo estos estudiantes estén transitando la etapa media superior del pensamiento formal. Es uno de los objetivos generales de la enseñanza de las ciencias en el nivel medio superior, facilitar a los alumnos el pasaje de una etapa a la otra. La elección de estrategias didácticas debe atender al proceso de transición en el cual los alumnos presentan una gran diversidad en sus capacidades, debiéndose potenciar aquellas que le ayuden a trabajar con contenidos de mayor grado de abstracción y a desarrollar habilidades directamente relacionadas con el pensamiento formal, como son, **la identificación de variables que intervienen en un problema**, el trazado de estrategias para la resolución del mismo y la formulación de hipótesis, entre otras.

Asimismo se debe considerar que si bien en el alumnado existen caracteres unificadores, también están aquellos que los diferencian, como lo son sus expectativas, intereses y sus propios trayectos biográficos que los condicionan. Algunos pueden sentirse más cómodos frente al planteo de problemas que requieran de una resolución algorítmica de respuesta única; otros preferirán el planteo de actividades donde el objetivo es preciso pero no así los caminos que conducen a la elaboración de una respuesta. Esto no quiere decir que haya que adaptar la forma de trabajo sólo a los intereses de los estudiantes ni tampoco significa que necesariamente en el aula se trabaje con todas ellas simultáneamente. Es conveniente a la hora de pensar métodos y recursos para desarrollar la actividad de clase, alternar diferentes tipos de actividades y estrategias, de forma que todos tengan la oportunidad de trabajar como más le guste, pero también tengan que aprender a hacer lo que más les cuesta. “Parte del aprendizaje es aprender a hacer lo que más nos cuesta, aunque una buena forma de llegar a ello es a partir de lo que más nos gusta”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Martín-Gómez. (2000). La Física y la Química en secundaria. Narcea. Madrid  
Curso Técnico Terciario Plan 2011  
Control Ambiental  
Microbiología Ambiental

Por último y tal como se mencionó en el párrafo inicial de este apartado, la enseñanza de las ciencias debe permitirle al alumno aproximarse al modo de producción del conocimiento científico. No existe ninguna estrategia sencilla para lograr esto, pero tener en cuenta las características que estas estrategias deberían poseer, puede ser de utilidad a la hora de su diseño. Sería pertinente la presentación del cuadro correspondiente- no está mal que se insista dando integralidad a la propuesta del curso

## V- EVALUACIÓN

La evaluación es un **proceso** complejo que permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y de aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas. Esencialmente la evaluación debe tener un carácter **formativo**, cuya principal finalidad sea la de tomar decisiones para regular, orientar y corregir el proceso educativo. Este carácter implica, por un lado conocer cuáles son los logros de los alumnos y dónde residen las principales dificultades, lo que permite proporcionarles la ayuda pedagógica que requieran para lograr el principal objetivo: **que los alumnos aprendan**. Se vuelve fundamental entonces, que toda tarea realizada por el alumno sea objeto de evaluación de modo que la ayuda pedagógica sea oportuna.

Por otro lado le exige al docente reflexionar sobre cómo se está llevando a cabo el proceso de enseñanza es decir: revisar la planificación del curso, las estrategias y recursos utilizados, los tiempos y espacios previstos, la pertinencia y calidad de las intervenciones que realiza.

En general, las actividades de evaluación que se desarrollan en la práctica, ponen en evidencia que el concepto implícito en ellas, es más el relacionado con la acreditación, que con el anteriormente descrito. Las actividades de evaluación se proponen, la mayoría de las veces con el fin de medir lo que los alumnos conocen respecto a unos contenidos concretos para poder asignarles una calificación. Sin desconocer que la calificación es la forma de información que se utiliza para dar a conocer los logros obtenidos por los alumnos, restringir la evaluación a la acreditación es abarcar un solo aspecto de este proceso.

La propuesta de **evaluación** sugerida es **la procesual con producción de portafolio digital**. En esta línea de acción pedagógica Lee Shulman (1999) ve en el portafolio "... **la historia documental estructurada de un conjunto (planificado y seleccionado) de desempeños que han recibido preparación o tutoría, y adoptan la forma de muestras del trabajo de un**

**estudiante que sólo alcanzan realización plena en la escritura reflexiva, la deliberación y la conversación”** sobre las actividades prácticas con fundamentación conceptual y la reflexión sobre la práctica. En la selección de los documentos y el enriquecimiento de los mismos se diseñan estrategias de aplicación en el contexto.

El portafolio incluirá todos los documentos de texto en formato digital, con la incorporación de gráficos y fotografías de las actividades de campo, laboratorio y visitas. Los videos y archivos de audio serán muestras de un aprendizaje efectivo durante las actividades. Los enlaces a sitios web y la incorporación de multimedias creados en la actividad práctica y en las instancias de formación con académicos de la región son junto a los archivos de audio pruebas de las instancias de reflexión y divulgación del conocimiento. Las vinculaciones a laboratorios, bibliotecas y organizaciones favorecen en el estudiante la construcción del portafolios y uso posterior en oportunidades de: evaluación, carta presentación, entrevista y como punto de partida de la formación a lo largo de toda la vida del egresado del Curso Técnico en Control Ambiental.

Dado que los alumnos y el docente son los protagonistas de este proceso es necesario que desde el principio se expliciten tanto los objetivos como los criterios de la evaluación que se desarrollará en el aula, estableciendo acuerdos en torno al tema.

Así conceptualizada, la evaluación tiene un **carácter continuo**, pudiéndose reconocerse en ese proceso distintos momentos.

Es necesario puntualizar que en una situación de aula es posible recoger, en todo momento, datos sobre los procesos que en ella se están llevando a cabo. No es necesario interrumpir una actividad de elaboración para proponer una de evaluación, sino que la primera puede convertirse en esta última, si el docente es capaz de realizar observaciones y registros sobre el modo de producción de sus alumnos.

Conocer los antecedentes del grupo, sus intereses, así como las características del contexto donde ellos actúan, son elementos que han de tenerse presentes desde el inicio para ajustar la propuesta de trabajo a las características de la población a la cual va dirigida.

Interesa además destacar que en todo proceso de enseñanza el planteo de una **evaluación inicial** que permita conocer el punto de partida de los alumnos, los recursos cognitivos que disponen y los saber hacer que son capaces de desarrollar, respecto a una temática determinada es imprescindible, más aún en este curso terciario por la diversidad de formación académica de los alumnos. Para ello se requiere proponer, cada vez que se entienda necesario ante el abordaje de una temática, situaciones diversas, donde se le dé la oportunidad a los alumnos de explicitar las ideas o lo que conocen acerca de ella. No basta con preguntar qué es lo que “sabe” o cómo define un determinado concepto sino que se le deberá enfrentar a situaciones cuya resolución implique la aplicación de los conceptos sobre los que se quiere indagar para detectar si están presentes y que ideas tienen de ellos.

Con el objeto de realizar una valoración global al concluir un periodo, que puede coincidir con alguna clase de división que el docente hizo de su curso o en otros casos, con instancias planteadas por el mismo sistema, se realiza una evaluación sumativa. Ésta nos informa tanto de los logros alcanzados por el alumno, como de sus necesidades al momento de la evaluación.

Las actividades de clase deben ser variadas y con grados de dificultad diferentes, de modo de atender lo que se quiere evaluar y poner en juego la diversidad de formas en que el alumnado traduce los diferentes modos de acercarse a un problema y las estrategias que emplea para su resolución. Por ejemplo, si se quiere evaluar la aplicación de estrategias propias de la metodología científica en la resolución de problemas referidos a unos determinados contenidos, es necesario tener en cuenta no sólo la respuesta final sino también las diferentes etapas desarrolladas, desde la formulación de hipótesis hasta la aplicación de diversas estrategias que no quedan reducidas a la aplicación de un algoritmo. La evaluación del proceso es indispensable en una metodología de enseñanza centrada en situaciones problema, en pequeñas investigaciones, o en el desarrollo de proyectos, como a la que hemos hecho referencia en el apartado sobre orientaciones metodológicas. La coherencia entre la propuesta metodológica elegida y las actividades desarrolladas en el aula y su forma de evaluación es un aspecto fundamental en el proceso de enseñanza.

A modo de reflexión final se desea compartir este texto de Edith Litwin.<sup>2</sup>

“La evaluación es parte del proceso didáctico e implica para los estudiantes una toma de conciencia de los aprendizajes adquiridos y, para los docentes, una interpretación de las implicancias de la enseñanza de esos aprendizajes. En este sentido, la evaluación no es una etapa, sino un proceso permanente.”

“Evaluar es producir conocimiento y la posibilidad de generar inferencias válidas respecto de este proceso.”

Se hace necesario cambiar el lugar de la evaluación como reproducción de conocimientos por el de la evaluación como producción, pero a lo largo de diferentes momentos del proceso educativo y no como etapa final.

La evaluación es un **proceso** complejo que permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas. Esencialmente la evaluación debe tener un carácter **formativo**, cuya principal finalidad sea la de tomar decisiones para regular, orientar y corregir el proceso educativo. Este carácter implica, por un lado conocer cuáles son los logros de los alumnos y dónde residen las principales dificultades, lo que permite proporcionarles la ayuda pedagógica que requieran para lograr el principal objetivo: **que los alumnos aprendan**. Se vuelve fundamental entonces, que toda tarea realizada por el alumno sea objeto de evaluación de modo que la ayuda pedagógica sea oportuna.

Por otro lado le exige al docente reflexionar sobre cómo se está llevando a cabo el proceso de enseñanza es decir: revisar la planificación del curso, las estrategias y recursos utilizados, los tiempos y espacios previstos, la pertinencia y calidad de las intervenciones que realiza.

En general, las actividades de evaluación que se desarrollan en la práctica, ponen en evidencia que el concepto implícito en ellas, es más el relacionado con la acreditación, que con el anteriormente descrito. Las actividades de evaluación se proponen, la mayoría de las veces con el fin de medir lo que los alumnos conocen respecto a unos contenidos concretos para

---

<sup>2</sup> Litwin, E. (1998). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza” en “La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo” de Camilloni-Zelman

poder asignarles una calificación. Sin desconocer que la calificación es la forma de información que se utiliza para dar a conocer los logros obtenidos por los alumnos, restringir la evaluación a la acreditación es abarcar un solo aspecto de este proceso.

Dado que los alumnos y el docente son los protagonistas de este proceso es necesario que desde el principio se expliciten tanto los objetivos como los criterios de la evaluación que se desarrollará en el aula, estableciendo acuerdos en torno al tema.

Así conceptualizada, la evaluación tiene un **carácter continuo**, pudiéndose reconocerse en ese proceso distintos momentos.

Es necesario puntualizar que en una situación de aula es posible recoger, en todo momento, datos sobre los procesos que en ella se están llevando a cabo. No es necesario interrumpir una actividad de elaboración para proponer una de evaluación, sino que la primera puede convertirse en esta última, si el docente es capaz de realizar observaciones y registros sobre el modo de producción de sus alumnos.

Conocer los antecedentes del grupo, sus intereses, así como las características del contexto donde ellos actúan, son elementos que han de tenerse presentes desde el inicio para ajustar la propuesta de trabajo a las características de la población a la cual va dirigida.

Interesa además destacar que en todo proceso de enseñanza el planteo de una **evaluación inicial** que permita conocer el punto de partida de los alumnos, los recursos cognitivos que disponen y los saber hacer que son capaces de desarrollar, respecto a una temática determinada es imprescindible, más aún en este curso terciario por la diversidad de formación académica de los alumnos. Para ello se requiere proponer, cada vez que se entienda necesario ante el abordaje de una temática, situaciones diversas, donde se le dé la oportunidad a los alumnos de explicitar las ideas o lo que conocen acerca de ella. No basta con preguntar qué es lo que “sabe” o cómo define un determinado concepto sino que se le deberá enfrentar a situaciones cuya resolución implique la aplicación de los conceptos sobre los que se quiere indagar para detectar si están presentes y que ideas tienen de ellos.

Con el objeto de realizar una valoración global al concluir un periodo, que puede coincidir con alguna clase de división que el docente hizo de su curso o en otros casos, con instancias

planteadas por el mismo sistema, se realiza una evaluación sumativa. Ésta nos informa tanto de los logros alcanzados por el alumno, como de sus necesidades al momento de la evaluación.

Las actividades de clase deben ser variadas y con grados de dificultad diferentes, de modo de atender lo que se quiere evaluar y poner en juego la diversidad de formas en que el alumnado traduce los diferentes modos de acercarse a un problema y las estrategias que emplea para su resolución. Por ejemplo, si se quiere evaluar la aplicación de estrategias propias de la metodología científica en la resolución de problemas referidos a unos determinados contenidos, es necesario tener en cuenta no sólo la respuesta final sino también las diferentes etapas desarrolladas, desde la formulación de hipótesis hasta la aplicación de diversas estrategias que no quedan reducidas a la aplicación de un algoritmo. La evaluación del proceso es indispensable en una metodología de enseñanza centrada en situaciones problema, en pequeñas investigaciones, o en el desarrollo de proyectos, como a la que hemos hecho referencia en el apartado sobre orientaciones metodológicas. La coherencia entre la propuesta metodológica elegida y las actividades desarrolladas en el aula y su forma de evaluación es un aspecto fundamental en el proceso de enseñanza.

A modo de reflexión final se desea compartir este texto de Edith Litwin.<sup>3</sup>

“La evaluación es parte del proceso didáctico e implica para los estudiantes una toma de conciencia de los aprendizajes adquiridos y, para los docentes, una interpretación de las implicancias de la enseñanza de esos aprendizajes. En este sentido, la evaluación no es una etapa, sino un proceso permanente.”

“Evaluar es producir conocimiento y la posibilidad de generar inferencias válidas respecto de este proceso.”

Se hace necesario cambiar el lugar de la evaluación como reproducción de conocimientos por el de la evaluación como producción, pero a lo largo de diferentes momentos del proceso educativo y no como etapa final.

---

<sup>3</sup> Litwin, E. (1998). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza” en “La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo” de Camilloni-Zelman

## V-BIBLIOGRAFÍA- WEBGRAFÍA- SIMULADORES- LABORATORIOS Y CÁTEDRAS ON-LINE

**ADL, S.M, SIMPSON, A.B., FARMER, M.A.** (2005). *The New Higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists.*

**BIODIVERSIDAD, EL MOSAICO DE LA VIDA.** En: <http://www.fecyt.es>

**BOWLER, P.** (1988). *Historia Fontana de las ciencias ambientales.* México, Ed. FCE.

**BROWNE, J.** (2009). *Charles Darwin.* Vol.II. Valencia: PUV-España

**CLARK, B. R.; GODFRAY, H. C. J.; KITCHING, I. J.; MAYO, S. J., SCOBLE, M.J.** ( 2008). *Taxonomy as an eScience.* En: Phil. Trans. R. Soc. A, 2009: 953-966. Un enfoque de la ciberciencia en la construcción de la taxonomía.

**CLAVELL, L.; PEDRIQUE DE AULACIO, M.** (1992). *Microbiología.* Manual de Métodos Generales. 2da edición. Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela.

**DALLWITZ, M. J.** (1974). *A flexible computer program for generating identification keys.* Syst. Zool. 23: 50-60- Proponer taxonomía en la red de redes.

**Difco y BBL.** (2003). *Manual de Medios de Cultivo Microbiológicos.*

**JOURNAL OF EUKARYOTIC MICROBIOLOGY.** En:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1550-7408.2005.00053.x/pdf>

**GASTÓN, J.** (1996) *Biodiversity : a biology of numbers and difference*. Blackwell Science. Cambridge.

**MADIGAN, M. T. y MARTINKO, J.** (2000). *Biología de los microorganismos*. 12 edición. Ed. ADDISON-WESLEY.

**MANUALES DE MEDIOS DE CULTIVO**. En: <http://www.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/tb-labs-cultivo.pdf>

<http://www.merck-chemicals.com/food-analytics/microbiologia/...>

**MARTÍNEZ-ALONSO, M. & N. GAJU.** (2005). *El papel de los tapetes microbianos en la biorrecuperación de zonas litorales sometidas a la contaminación por vertidos de petróleo*. *Ecosistemas*. 14(2): 79-81. En: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=122>

**MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT** (2003). *Ecosistemas y Bienestar Humano: Un Marco para la Evaluación*. Island Press, Washington, DC. En: <http://www.millenniumassessment.org/es/Framework.aspx>

Informe del marco conceptual del proyecto de la Evaluación de los Ecosistemas de Milenio (MA), de sus principales resultados y de las principales cuestiones a considerar en la toma de decisiones. Algunos cambios en el estado de los ecosistemas, en el flujo de servicios suministrados por los mismos y, su incidencia en la vida de calidad del ser humano.

**MORENO, C.** (2001) *Métodos para medir la biodiversidad*. Ed. CYTED y UNESCO.

**MYERS, N; MITTEMEIER, R; C. MITTERMEIER; DA FONSECA, A. Y KENT, J.** (2000). *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. *Nature* 403 y 853 a 858. Abarca áreas/especies en todo el mundo y propuestas de 'hot-spot' a la comunidad científica internacional.

**NURIDSANY, C. PERENNOU, M.** (1996). *Microcosmos: Le peuple de l'herbe*. Gran Premio Técnico en el Festival de Cannes.

**ORTEGA, Y; QUEVEDO F.** (1991). *Garantía de la Calidad de los Laboratorios de Microbiología Alimentaria*. Organización Panamericana de la Salud. Harla S.A. México D.F

**PRESCOT, HARLEY Y KLEIN** (S/d). *Microbiología*. 5a Ed. Formato digital En: [www.filecrop.com/microbiologia-prescott.html](http://www.filecrop.com/microbiologia-prescott.html)

**PROTOCOLOS DE MICROBIOLOGÍA**

En:depa.- pquim.- unam.- mx/- amyd/- archivero/- 2Microscopioptic02691- pdf

**REGLAMENTO TÉCNICO-BROMATOLÓGICO DEL MERCOSUR** (2008-2011). En: [http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2011/05/msp\\_6](http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2011/05/msp_6)

**STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**  
**APHA** (1976). S/D

**WOESE, C.R., KANDLER, O. & M. L. WHEELIS** (1990). *Towards a natural system of organisms: Proposal of the domains Archaea, Bacteria and Eucarya* *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. En:

<http://www.pnas.org/content/87/12/4576.full.pdf+html>

<http://www.denniskunkel.com/>

Banco de imágenes de microscopio electrónico, que incluye detalles de virus, bacterias, algas e invertebrados

<http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/V2/T0S/1-4.HTM>

<http://www.prodiversitas.bioetica.org>

<http://www.eoearth.org/article/Biodiversity>

<http://www.redbiodiversidad.es>

<http://plato.stanford.edu/entries/biodiversity>[http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/videos/videos\\_actividades.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/videos/videos_actividades.htm)

[Colección de vídeos sobre ciencias biológicas con actividades asociadas, algunos de los cuales guardan estrecha relación con el estudio de la biodiversidad.](#)

[http://eigr.grupoei.com/i/i8031/prensa\\_noticia1.php](http://eigr.grupoei.com/i/i8031/prensa_noticia1.php)

<http://phylogenetics.bioapps.biozentrum.uni-wuerzburg.de/etv/>

<http://taxatoy.ubio.org/>

[Gráfico interactivo, donde se ofrece una estimación aproximada del número de especies publicadas hasta el año 2000. Permite seleccionar un grupo de organismos cualquiera a cualquier nivel de la escala taxonómica](#)

<http://www.youtube.com/watch?v=7FiJFm013wk>.

[Proyecto MEtaHIT: caracterización y variabilidad genética de las comunidades microbianas que viven en el tubo digestivo de los humanos: 10 millones de millones de bacterias; 3.300.000 genes diferentes traducidos en 20.000 funciones diferentes, 5.000 no identificadas](#)

<http://www.ieschirinos.com/departamentos/biologia/documentos/Laboratorio3Eso.Pdf>

[Secuencias de actividades de laboratorio para estudiantes del Curso Técnico Control Ambiental sientan la necesidad de reforzar su formación-nivelación. Diseñado para estudiantes de la ESO del IES Ginés Pérez Chirinos de Caravaca de la Cruz, que incluye 15 actividades.](#)

**Academia** nacional CÁTEDRAS Y LABORATORIOS DE MICROBIOLOGÍA, ANII- Mantenerse en comunicación siempre, a la vez que se favorece el acercamiento del estudiante a la producción científica-técnica y tecnológica de la Udelar, Instituto Clemente Estable, INIA y otras organizaciones, empresas y universidades de la región.

**Intelligo.** [Buscador académico recomendado por el equipo docente integrante de la Comisión Programática que opera en el Área de Ciencias. “Explorador del Espacio Académico Iberoamericano”.](#) En: <http://www.explora-intelligo.info/>

**Kokori.** Simulador de la actividad celular. Video Juego de 3D de estrategia. Versión 2011- Descargar de: <http://www.kokori.cl/>

Laboratorios virtuales: selección de acuerdo a sus necesidades cuando el equipamiento no habilita la realización de prácticas.

**Latu.** Departamento de Muestreos Ambientales. Normas ISO 17025

La bibliografía a emplear por el docente responsable del curso estará en permanente revisión, ampliación y acorde con su planificación y avances científicos, técnicos y tecnológicos. La actualización continua favorece la dinámica de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que todo curso requiere en el logro de los objetivos propuestos y el desarrollo de las competencias fundamentales para el ejercicio profesional y ciudadano responsable, eficiente y amigable con el microcosmos.