



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA **PROGRAMA DE INTRODUCCIÓN AL MEJORAMIENTO GENÉTICO**

Denominación de la Actividad Curricular: Introducción al Mejoramiento Genético

Carreras a la que pertenece: Ingeniería Agronómica

Modalidad: Curso

Carácter: Obligatoria

Planes de estudios a los que se aplica: Plan 2004 (8).

Ubicación curricular (Año): 4º año

Espacio Curricular (Bloque): Básico Agronómico

Duración total (semanas): 16 semanas

Carga horaria total (horas): 48 horas

Carga horaria semanal: 3 horas

Cuatrimestre de inicio: Primero

Asignaturas correlativas previas: Genética, Fisiología Vegetal y Fitopatología.

Objetivo general:

Se pretende que los alumnos logren:

- Aplicar los principios de la Genética para comprender los fundamentos teóricos de los procesos de selección y procedimientos de mejora dirigidos a incrementar la productividad y calidad de los productos obtenidos del cultivo de plantas y crianza de animales.
- Integrar el conocimiento de diferentes disciplinas para interpretar problemas del mejoramiento genético contextualizado en una realidad socioeconómica regional y mundial.
- Desarrollar una visión objetiva e integradora de las modernas técnicas moleculares con los métodos convencionales de mejora en beneficio de la agricultura del futuro, orientada a la sustentabilidad de los agroecosistemas.
- Valorar la importancia de la biodiversidad y conocer las herramientas básicas para la conservación, evaluación y utilización de los recursos genéticos.

Contenidos mínimos:

Domesticación. Recursos genéticos vegetales. Métodos de mejoramiento en autógamias. Métodos de Mejoramiento en alógamas. Métodos especiales: mutagénesis, poliploidía,



biotecnología. Mejoramiento Genético Animal: métodos de selección. Consecuencias de la cosanguinidad, cruzamientos, formación de razas.

Metodología de enseñanza:

Se privilegia la resolución de problemas como estrategia didáctica. La dinámica de las clases se orientará a facilitar:

- 1: la interacción entre alumnos y medio que permite la toma de decisiones por los alumnos.
- 2: la comunicación de informaciones entre alumnos para lo cual deben modificar el lenguaje habitual con la incorporación de un lenguaje específico.
- 3: la argumentación para validar las afirmaciones que se hacen
- 4: la comprensión de la significación social de los conocimientos.

Se contempla el desarrollo de acciones coherentes con:

- Contextualizar el aprendizaje en el marco de la realidad agropecuaria local regional y global.
- Poner énfasis en la consolidación del campo conceptual básico derivado de la Genética y el propio del Mejoramiento al nivel del grado, manteniendo la amplitud necesaria para tratar de proyectar los conceptos, métodos, discusión, información y formación de criterios para la interpretación de una realidad agronómica compleja.
- Procurar ejercer frecuentemente el planteo de situaciones-problema que induzcan al alumno a aplicar y resignificar conocimientos.

Sistema de promoción: como alumno regular sin examen final, como alumno regular con examen final y como alumno libre con examen final. Los docentes deben señalar los sistemas ofrecidos.

Expediente: 200-1044/10

Resolución de aprobación:

Fecha de aprobación: 12 de julio de 2011

Códigos SIU-Guaraní: A0842



Fundamentación

El Mejoramiento Genético de plantas y animales es una ciencia aplicada al campo agronómico. Como tal, ha contribuido y contribuye al incremento de la producción y calidad de alimentos y otros productos de origen biótico utilizados por el hombre, destacándose por su rol fundamental como componente de la seguridad alimentaria.

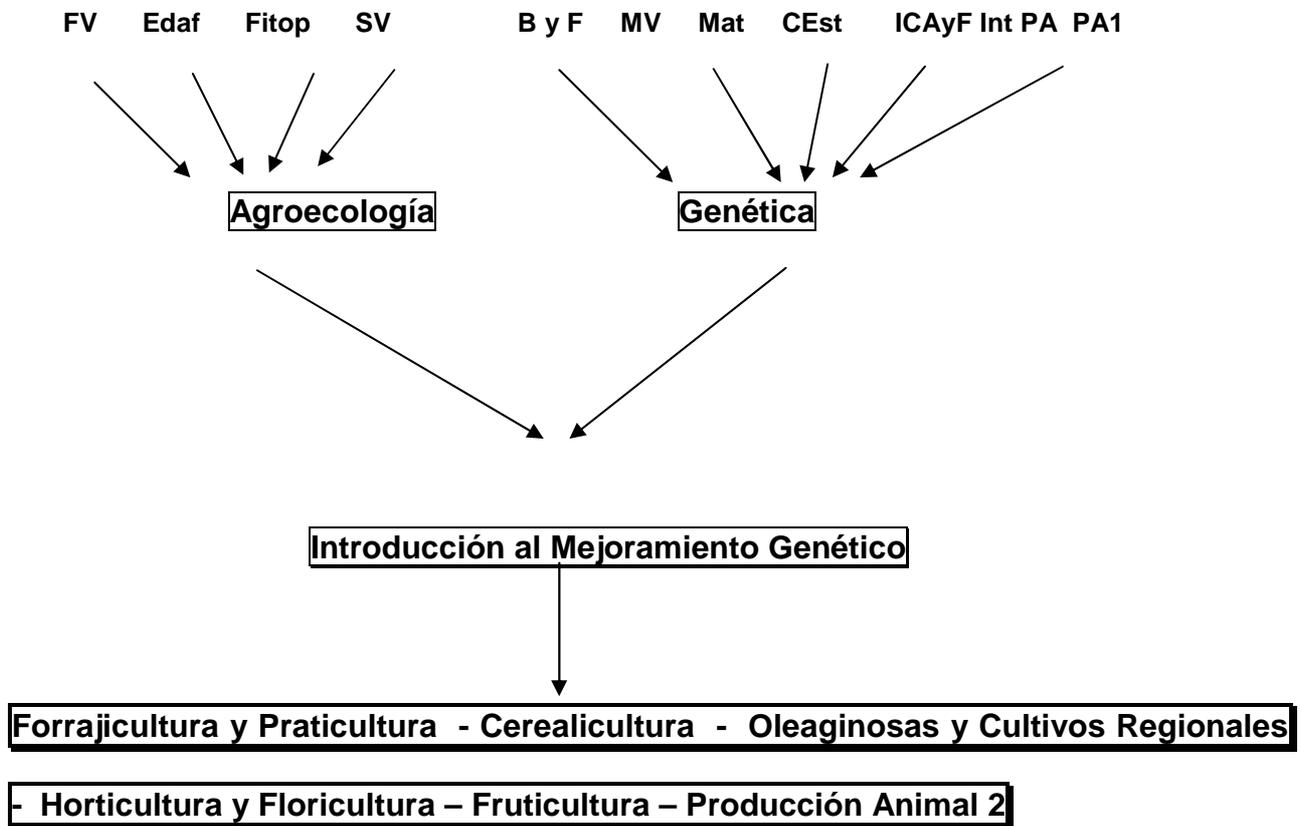
Esta contribución del mejoramiento genético a la calidad de vida de la humanidad se concreta mediante el desarrollo de cultivares. Esto involucra, naturalmente, la aplicación de conocimientos básicos de la Genética Cualitativa, Cuantitativa y Molecular para comprender los procesos de selección y la biotecnología actualmente disponible para mejorar su eficiencia.

Un aspecto importante a destacar es que el mejoramiento genético ha evolucionado hacia una marcada interdisciplina y aún transdisciplina. De este modo, el éxito de los programas de mejoramiento resulta de la aplicación de conocimientos que provienen de la Estadística, Fisiología Vegetal y Animal, Botánica, Biología, Agroecología, y otros que convergen de la totalidad de las Ciencias Agronómicas aplicables al diseño de los objetivos y criterios de selección. También se destaca una creciente vinculación con transdisciplinas como Ética, Filosofía, Medicina, Ciencias Legales, Psicología Social, etc., como consecuencia del impacto de los conocimientos y técnicas de la Genética Molecular y la Ingeniería Genética aplicados a la obtención de organismos transgénicos.

El curso de Introducción al Mejoramiento Genético se encuentra ubicado en el primer semestre de 4º año de la carrera de Cs. Agrarias y Forestales. Como condición de acceso se requiere haber aprobado la cursada de Genética, Cálculo Estadístico y Biometría y Agroecología, lo que implica haber incorporado conocimientos de distintas disciplinas básicas y básicas-aplicadas. A su vez, la aprobación del curso de Introducción al Mejoramiento Genético es requerido para acceder a los cursos de diferentes culturas. De acuerdo a la organización curricular vigente se genera entonces el siguiente flujo de contenidos en relación al curso de Introducción al Mejoramiento Genético.



Flujo de conocimientos asociados al curso



(FV): Fisiología Vegetal; (Edaf): Edafología; (Fitop): Fitopatología; (SV): Sistemática Vegetal; (ByF): Bioquímica y Fitoquímica; (MV): Morfología Vegetal; (Mat): Matemática; (CEst): Cálculo Estadístico; (ICAYF): Introducción a las Cs. Agrarias y Forestales, (Int. PA): Introducción a la Producción Animal, (PA1): Producción Animal 1.

La carga horaria total es de 48 hs., distribuidas en 16 semanas, lo que determina una carga horaria semanal de 3hs. Los alumnos cursan Introducción al Mejoramiento Genético en forma simultánea respecto de las asignaturas Mecanización Agraria, Manejo y Conservación de Suelos y Planeamiento del Paisaje.

El enfoque asumido pone el énfasis en la consolidación y resignificación conceptual de los contenidos básicos de la Genética aplicada al mejoramiento en un marco de integración de contenidos de otras disciplinas básicas y agronómicas. Se procura contextualizar el aprendizaje en el marco de la realidad agropecuaria local, regional y global. El tratamiento de los distintos métodos básicos se aborda priorizando el análisis de los fundamentos teó-



ricos que los sustenta por encima de los aspectos meramente protocolares. Otro componente de la formación profesional que se considera fundamental se refiere a la utilización de los conocimientos aprendidos para el análisis objetivo y crítico del impacto de los avances de la mejora. También se pretende, mediante la incorporación y resignificación de conocimientos, generar en los alumnos una conciencia crítica sobre la responsabilidad de la manipulación genética, la preservación de los recursos genéticos y el rol del Fitomejoramiento en la sustentabilidad del agroecosistema. Considerando el carácter general e introductorio que la actual organización curricular le asigna a este curso, la propuesta se orienta a la formación profesional de grado dejando para el nivel de postgrado el tratamiento temático y enfoques apropiados para la formación especializada.

Desde el punto de vista pedagógico, se asume el enfoque denominado "apropiativo" (1). Se propiciará un aprendizaje derivado de la reflexión, el análisis, la argumentación y consecuentemente la construcción de opiniones y criterios propios. Se intentará descompartimentalizar el aprendizaje mediante la aplicación integrativa de conocimientos de otras disciplinas para interpretar problemas del Mejoramiento Genético. Se considera la modalidad de "trabajo grupal" como una herramienta didáctica apropiada para potenciar el logro de los objetivos en el marco del enfoque propuesto.

El desarrollo del curso se estructura en base a 4 núcleos o ejes temáticos:

- I) Fundamentos teóricos del Mejoramiento Genético
- II) Fuentes de variabilidad
- III) Métodos básicos de Mejoramiento genético
- IV) Evaluación, producción comercial e impacto agronómico y social de los productos del Mejoramiento Genético.

Objetivos

Se pretende que los alumnos logren:

- Aplicar los principios de la Genética para comprender los fundamentos teóricos de los procesos de selección y procedimientos de mejora dirigidos a incrementar la productividad y calidad de los productos obtenidos del cultivo de plantas y crianza de animales.
- Integrar el conocimiento de diferentes disciplinas para interpretar problemas del mejoramiento genético contextualizado en una realidad socioeconómica regional y mundial.



-Desarrollar una visión objetiva e integradora de las modernas técnicas moleculares con los métodos convencionales de mejora en beneficio de la agricultura del futuro, orientada a la sustentabilidad de los agroecosistemas.

-Valorar la importancia de la biodiversidad y conocer las herramientas básicas para la conservación, evaluación y utilización de los recursos genéticos.

Desarrollo programático

a) Unidades didácticas

a.1 Introducción

Objetivos: Contextualizar en el plano de la realidad agropecuaria regional y global los objetivos del Mejoramiento genético. Conocer la evolución de la mejora genética desde la domesticación.

Contenidos: Bibliografía. Rol de la mejora genética. Disciplinas que contribuyen al desarrollo de cultivos. Paralelismo entre mejora y evolución. Historia de la mejora. Domesticación. Principales objetivos de la mejora. Ideotipo. Mejora convencional e ingeniería genética. La mejora genética en la agricultura actual.

a.2 Fundamentos genéticos de la Mejora

Objetivos: afianzar los conocimientos básicos de Genética aplicados a la mejora y profundizar sus aplicaciones a la comprensión de procesos de selección.

Contenidos: Revisión de contenidos de Genética Cuantitativa. Heredabilidad y respuesta a la selección. Revisión de contenidos de Genética de Poblaciones. Efecto de la mutación, migración y la selección. Poblaciones pequeñas. Deriva genética. Consanguinidad y heterosis. Teorías explicativas de la heterosis. Revisión de contenidos de ingeniería genética. Marcadores moleculares. Principales aplicaciones en la mejora genética.

a.3 Fuentes de variabilidad

Objetivos: Analizar distintas fuentes de variabilidad genética y técnicas para su producción artificial. Desarrollar conciencia crítica sobre la importancia de la conservación de los recursos genéticos y los riesgos de vulnerabilidad genética.

Contenidos: Origen de la variación genética en la naturaleza. Importancia de la biodiversidad. Recursos genéticos. Implicaciones sociales y económicas. Centros



de origen y Centros de diversidad de las plantas cultivadas. Razas o variedades locales. Causas de la erosión de recursos genéticos. Vulnerabilidad genética. Conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos. Bancos de germoplasma. Evaluación de las colecciones.

Variabilidad Inducida. Mutagénesis aplicada a la mejora. Mutagénesis dirigida o de sitio específico. Hibridación interespecífica. Hibridación somática. Poliploidía aplicada a la mejora. Transferencia horizontal de genes. Variación somaclonal.

a.4 Sistemas de reproducción

Objetivos: Comprender y valorar la importancia de los principales sistemas de reproducción como determinantes de la elección del método de mejora para especies autóгамas, alógamas y agámicas

Contenidos: Procesos celulares y reproducción. Reproducción sexual. Caracteres morfológicos florales y mecanismos que favorecen la autopolinización o la polinización cruzada. Autoincompatibilidad. Androesterilidad. Reproducción asexual. Apomixis.

a.5 Mejoramiento de autóгамas

Objetivos: Analizar distintos procedimientos básicos aplicados a la mejora de especies autóгамas

Contenidos: Selección masal, selección individual. Hibridación con aplicación del método genealógico en la conducción de segregantes. Hibridación con aplicación del método masal en la conducción de segregantes. Método SSD. Método de la retrocruza. Selección recurrente. Aprovechamiento de la heterosis

a.6 Mejoramiento de alógamas

Objetivos: Analizar distintos procedimientos básicos aplicados a la mejora de especies alógamas

Contenidos: Mejoramiento de poblaciones. Selección masal y variantes para mejorar la eficiencia. Selección recurrente simple. Selección recurrente con prueba de descendencia. Selección recurrente para mejorar ACG. Selección recurrente recíproca. Aprovechamiento de la heterosis. Obtención de variedades híbridas. Evaluación de ACG y ACE. Obtención de variedades sintéticas.

a.7 Mejoramiento de especies con reproducción agámica

Objetivos: Conocer en un sentido analítico los distintos procedimientos básicos aplicados a la mejora de especies autóгамas

Contenidos: Bases del mejoramiento. Selección clonal. Selección clonal sanitaria. Hibridación. Mejoramiento de especies apomícticas.



a.8 Mejoramiento de la resistencia a plagas, enfermedades y estreses abióticos.

Objetivos: Comprender los fundamentos teóricos de la genética de la resistencia. Conocer las estrategias metodológicas para incorporar resistencia a estreses bióticos y abióticos.

Contenidos: Pérdidas de producción por ataque de enfermedades y plagas. Relación huésped-parásito. Mecanismos de resistencia. Base genética de la resistencia. Genes de resistencia en el huésped y genes de virulencia en el patógeno. Hipótesis de Flor. Resistencia específica y no específica. Estabilidad de la resistencia. Fuentes de resistencia. Métodos de mejora. Variedades multilínea y cruzamientos compuestos. Hibridación interespecífica. Mutagénesis. Variedades transgénicas. Durabilidad de la resistencia transgénica. Estrés abiótico. Rendimiento potencial. Factores que afectan el estrés abiótico. Mejora de la resistencia a condiciones adversas.

a.9 Avances y consecuencias de la Ingeniería genética.

Objetivos: Desarrollar una visión objetiva e integradora de las modernas técnicas moleculares con los métodos convencionales de mejora en beneficio de la agricultura del futuro orientada a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Desarrollar una visión crítica respecto de la necesidad de construir posturas profesionales éticas y aportar a la regulación adecuada del uso de los productos de la manipulación genética.

Contenidos: Plantas y animales transgénicos. Principales logros. Polémica sobre los OMG. Impacto ambiental. La ingeniería genética y el subdesarrollo. La ingeniería genética y la sustentabilidad del agroecosistema. La ingeniería genética y la agricultura del futuro.

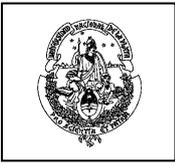
a.10 Evaluación de variedades, patentamiento y producción de semillas

Objetivos: Integrar contenidos para el análisis y evaluación de la interacción del genotipo con el ambiente. Conocer las principales técnicas de evaluación a campo. Conocer la organización básica de la producción comercial de semillas y el marco legal para el patentamiento de variedades.

Contenidos: Interacción genotipo x ambiente. Estabilidad. Técnicas de evaluación a campo. Diseño experimental. ECR. Estrategias de crianza comercial. Producción de semillas. Caracterización de variedades. Utilización de marcadores moleculares. Patentes. Patente de variedades transgénicas. Legislación vigente.

a.11 Mejoramiento Animal.

Objetivos: Conocer los distintos procedimientos básicos aplicados a la mejora de especies animales



Contenidos: Objetivos y estrategias de selección. Estimación del valor de cría. Niveles independientes de rechazo. Índices de selección. Métodos BLUP y Modelo Animal. Consecuencias de la consanguinidad. Cruzamientos. Sustitución de razas. Formación de nuevas razas. Explotación de la heterosis: sistemas F1, cruzamientos fijos y rotativos.

a) Actividades

El dictado del curso se organizará en 12 semanas con clases teórico-prácticas de 3hs semanales. Se dividirá la población de alumnos en 2 grupos distribuidos en 2 turnos. Ambos serán atendidos por el Profesor Adj. a cargo y se ha solicitado, como recursos docentes mínimos un JTP y 2 Ayudantes Diplomados que se distribuirán alternativamente en las comisiones que sean necesarias para el desarrollo de las actividades prácticas.

Las actividades que se desarrollarán obligatoriamente en grupos de trabajo integrados por 4-5 alumnos son:

Resolución de problemas y casos: según los temas se plantearán problemas y/o casos seleccionados para aplicar conocimientos y desarrollar criterio de análisis y procedimientos para la interpretación y solución de problemas estructurados para tal fin o situaciones extraídas de la realidad.

Resolución de cuestionarios-guía para el procesamiento analítico y crítico de bibliografía

Visitas de trabajo guiado (según las posibilidades financieras)

Seminarios con especialistas (Patentes - Ley de semillas - Panorama actual del mejoramiento animal)

Taller de estudio: se ofrecerá como actividad optativa (2 hs semanales), para lo cual se diseñará un estudio guiado por el docente y ejercitación complementaria para consolidar el aprendizaje de los temas con mayores dificultades.

b) Recursos

Docentes:

Biblioteca Conjunta de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales y de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

Biblioteca de la Cátedra.

Bibliotecas personales.



La bibliografía se compondrá de:

- Capítulos completos o parciales de distintos autores clásicos y modernos, seleccionados para cada tema en función de los objetivos y nivel pretendido del curso.
- Artículos referidos a temas específicos y publicados por autores reconocidos u organismos de prestigio internacional
- Separatas de trabajos publicados, seleccionados según un objetivo didáctico preciso.
- Glosario de terminología específica
- Material didáctico elaborado por la Cátedra (ejercicios, esquemas conceptuales, cuestionarios-guía, etc.)

c) Bibliografía básica recomendada (disponible en el curso)

- Allard R.W.1999. Principles of plant breeding. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Cardelino R. y Robira J. . 1987. Mejoramiento genético animal. Editorial Hemisferio Sur.
- Cubero J. I.. 1999. Introducción a la mejora genética vegetal. Ediciones Mundi-Prensa.
- Falconer D.S.. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. John Wiley & Sons.
- Fehr W.R.. 1991. Principles of cultivar development. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Jensen N.F.. 1988. Plant Breeding Metodology. John Wiley & Sons.
- Lasley J.F. 1972. Genetics of livestock improvement. Prentice Hall.
- Mayo O.. 1987. The theory of plant breeding. Oxford Science Publications. Oxford.
- Merrel D.J.Ecological Genetics. !981. University of Minnesota Press. Minneapolis
- Poehlman J.M., D.A. Sleper. 1995. Breeding field crops. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Sanchez-Monge E. 1974. Fitogenética. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. España.
- Simmonds N.M.. 1979. Ed. Longman. London and New York.

Metodología de Enseñanza

d) Estrategias metodológicas

En el contexto actual caracterizado por una alta dinámica del conocimiento es estratégico enseñar a aprender. Los conceptos fundamentales deben explorarse desde distintos en-



foques, indicando el camino para sus posibles extensiones y aplicaciones que el alumno tenderá a profundizar o ampliar en el futuro.

En esta propuesta se privilegia la resolución de problemas como estrategia didáctica. El objetivo de esta perspectiva es generar condiciones para que los alumnos se apropien de manera reflexiva y crítica de los contenidos de la enseñanza. Por esta razón, la dinámica de las clases se orientará a facilitar:

- 1: la interacción entre alumnos y medio que permite la toma de decisiones por los alumnos.
- 2: la comunicación de informaciones entre alumnos para lo cual deben modificar el lenguaje habitual con la incorporación de un lenguaje específico.
- 3: la argumentación para validar las afirmaciones que se hacen
- 4: la comprensión de la significación social de los conocimientos.

Se tratará de enfrentar a los alumnos a una situación problemática que evolucione de tal forma que el conocimiento a ser aprendido sea el único instrumento eficaz para resolver dicha situación. Lo anterior facilita la significación del conocimiento por parte del alumno, quien se apropia finalmente de un conocimiento contextualizado.

Por lo tanto, la propuesta pedagógica contempla el desarrollo de acciones coherentes con las siguientes premisas:

- Contextualizar el aprendizaje en el marco de la realidad agropecuaria local regional y global.
- Poner énfasis en la consolidación del campo conceptual básico derivado de la Genética y el propio del Mejoramiento al nivel del grado, manteniendo la amplitud necesaria para tratar de proyectar los conceptos, métodos, discusión, información y formación de criterios para la interpretación de una realidad agronómica compleja.
- Procurar ejercer frecuentemente el planteo de situaciones-problema que induzcan al alumno a aplicar (significar) nuevos conocimientos y resignificar los incorporados.



Carga horaria discriminada por actividad curricular

Tipo de actividad	Ámbito en que se desarrollan			Total
	Aula	Laboratorio, gabinete de computación u otros.	Campo	
Desarrollo teórico de contenidos	24			24
Ejercitación práctica	24			24
Proyectos				
Prácticas de intervención profesional				
Total	48			48

Ejercitación práctica: comprende situaciones problemáticas, simuladas o reales, que se plantean para su solución. **Proyectos:** se refiere al diseño y/o ejecución de proyectos. **Prácticas de intervención profesional:** contempla el desarrollo de planes de acción orientados a la resolución de problemas vinculados al medio productivo.

Materiales didácticos

Durante el desarrollo de las clases prácticas los recursos didácticos a utilizar serán los siguientes: Tiza y pizarrón; retroproyector, cañón que se utilizará como guía para el docente, para transmitir la información en forma ordenada, para la visualización de fotos, figuras o gráficos, como así también para que los alumnos tengan una síntesis de los aspectos más importantes del tema; material de lectura (trabajos científicos, técnicos y de divulgación) proveniente de libros, actas de congresos o bien publicados en revistas relacionadas con la temática de la materia.

Por otro lado los alumnos disponen de la bibliografía que posee la cátedra, la cual puede fotocopiar. Todos los años el CEAF edita la guía de TP que cada alumno puede adquirir, en esta se encuentran los conceptos desarrollados ampliamente y la parte práctica que



se realizará. También está la posibilidad de utilizar la página de la Facultad para presentar material actualizado o clases, que los alumnos pueden utilizar.

Evaluación

e) Evaluación

En concordancia con la perspectiva pedagógica asumida en esta propuesta, se adoptarán los siguientes criterios y premisas fundamentales:

- La evaluación es una instancia más del aprendizaje.
- Debe tender a funcionar como una autoevaluación tanto para el alumno como para el docente
- Alta correlación entre lo que se enseña (por medio de las distintas herramientas) y lo que se evaluará
- Con valor predictivo (se relaciona con la perdurabilidad del aprendizaje)
- Además de la validez de contenidos (concordancia con los objetivos y nivel de aprendizaje) se pondrá énfasis en la validez predictiva (correlación entre resultado de la evaluación y desempeño posterior del alumno).

Las instancias de evaluación serán:

- Cuestionarios semanales individuales dirigidos a plantear la necesidad de garantizar los conocimientos elementales para el aprovechamiento de las instancias presenciales. Los mismos no tendrán impacto en la definición de la promoción de los alumnos. Los resultados con las correcciones pertinentes serán entregados a cada estudiante semanalmente. De esta forma, el principal objetivo de este monitoreo es la autoevaluación y conocimiento por parte del alumno de la evolución de su aprendizaje. La acumulación de esta información generará una nota de concepto, la cual será considerada solo para la calificación final una vez definida la situación con respecto a la promoción. Tal calificación solamente podrá incidir positivamente.
- Exámenes parciales escritos (2) c/u a nivel individual y grupal
- Informes sobre actividades individuales y grupales (ejercicios, problemas, análisis de bibliografía, viajes y seminarios)

Para el resultado final se ponderará cada componente según un índice que priorizará la evaluación parcial individual.



Sistema de promoción

- Promoción sin examen final: Asistencia al 80% de las clases teórico-prácticas y aprobación con 7 o > las dos evaluaciones parciales escritas previstas.
- Promoción con examen final: Asistencia al 60 % de las clases teórico-prácticas y aprobación de las evaluaciones parciales con 4 o >.

Cada parcial tendrá un recuperatorio y además existirá un recuperatorio flotante que el alumno podrá utilizar en sólo una de las evaluaciones. La recuperación de la Evaluación I se tomará en forma indistinta, antes o después de finalizar el curso.

Evaluación del curso

Además de las planificadas institucionalmente se realizará una encuesta a los alumnos, cuando hayan logrado la promoción del curso.

Cronograma de actividades

Semana	Unidades didácticas
1	a.1, a.2
2	a.2
3	a.2, a.3
4	a.3
5	a.4, a.5
6	a.5
7	Evaluación 1
8	a.6
9	a.7
10	a.8
11	a.9
12	a.10
13	a.11
14	Evaluación 2

Tentativamente se considera la ejecución de 2 viajes, supeditados a las posibilidades financieras.