

A didactic sequence for a course of logic.

Patricia Peratto

Instituto Normal de Enseñanza Técnica, Montevideo, Uruguay
psperatto@vera.com.uy

Abstract. We present a teaching didactic sequence for a course which addresses formal languages and systems, inductive sets, the principle of primitive induction, primitive recursive functions, propositional and first order predicate logic. The idea is to sequence the topics to study, introducing at the end of a class the topic to study in the next, at the beginning of a class the theme studied in the class before and in the middle is developed the closure of the class immediately before. Not only is related one class with the previous and the next but are related themes studied in previous classes with the ones studied in later classes. Some topics are especially adequated to be related in successive classes by example inductive sets, the principle of primitive induction and the functions primitive recursive. In propositional logic, syntax, semantics and natural deduction, is shared the use of connectives, and the themes are addressed in sequential form. The same in predicate logic.

Keywords: Didactics · Induction · Logic · Didactic Sequence · Epistemology

Una secuencia didáctica para un curso de lógica

Patricia Peratto

Instituto Normal de Enseñanza Técnica, Montevideo, Uruguay
psperatto@vera.com.uy

Resumen Se presenta una secuencia didáctica para un curso en el que se abordan lenguajes y sistemas formales, conjuntos inductivos, principio de inducción primitiva, funciones primitivas recursivas, lógica proposicional y de predicados de primer orden. La idea es secuenciar los temas a estudiar, introduciendo al final de una clase el tema a estudiar en la próxima, al principio de una clase el tema estudiado en la clase anterior y en el medio se desarrolla el cierre de clase anterior. No solo se relaciona una clase con la anterior y la siguiente sino que se relacionan temas estudiados en clases anteriores con temas estudiados en clases posteriores. Algunos temas son especialmente adecuados para ser relacionados en clases sucesivas como ser conjuntos inductivos, con principio de inducción primitiva y funciones recursivas primitivas. En lógica proposicional, sintaxis, semántica y deducción natural, se comparte el uso de conectivos y los temas se abordan en forma secuencial. Lo mismo en lógica de predicados.

Keywords: Didáctica · Inducción · Lógica · Secuencia Didáctica · Epistemología

1 Introducción

En didáctica, llamamos estrategia didáctica a aquellas actividades que aplica el profesor en forma sistemática para lograr el aprendizaje en los estudiantes. Entendemos por estrategias de aprendizaje a los procesos mentales que sigue el alumno para aprender y por estrategia de enseñanza a los métodos empleados por el docente para hacer posible el aprendizaje de los alumnos (Rodríguez Cruz, R. L., 2007).

Las secuencias didácticas se utilizan para organizar situaciones de enseñanza y aprendizaje del profesor y para los estudiantes. Las secuencias didácticas son por tanto planificaciones en el sentido dado por Fiore y Leymonié (2020).

La didáctica contemporánea establece que una alternativa del docente es proponer a los alumnos actividades secuenciadas para establecer un clima de aprendizaje, es decir la enseñanza tiene por objetivo el aprendizaje.

Según (Litwin, 2001), en los 70 se consolidaron capítulos de la didáctica entre los que encontramos objetivos, contenidos, currículum, actividades y evaluación. Éstos capítulos constituyen la didáctica clásica que se ha revisado desde esa década en forma crítica. Luego en los 80 y 90, la didáctica, como teoría de la

enseñanza, muestra distintos desarrollos teóricos que dan cuenta de un cambio en sus constructos centrales.

Posteriormente en los 2000 se desarrollan las secuencias de aprendizaje (Diaz-Barriga, 2013), el aprendizaje basado en problemas (Diaz-Barriga, 2005) y en los 2010 el aprendizaje basado en proyectos (Rodríguez-Sandoval, 2010).

El cambio que propusieron los distintos estudiosos del campo, plantearon la necesidad de recuperar la preocupación por la enseñanza en sus dimensiones filosóficas, políticas, ideológicas y pedagógicas. También favorecieron la incorporación de otros estudios del campo de la psicología (Litwin, 2001).

Las prácticas de la enseñanza presuponen una identificación ideológica que hacen que los docentes estructuremos ese campo de una manera particular y realicemos aportes propios, fruto de nuestras historias, y perspectivas. En las prácticas docentes se visualizan las planificaciones, rutinas y actividades que significan éstas (Litwin, 2001).

Nuestra secuencia didáctica establece como procedimiento, introducir la siguiente clase al final de la anterior y repasar la clase anterior al comienzo de la siguiente además de referirnos a temas estudiados anteriormente cuando están relacionados con los actuales. Ésta secuencia las actividades, fortalece los aprendizajes, genera relaciones más sólidas entre lo ya visto y aquello a trabajar. Luego en el resto de la clase se desarrolla el tema.

Según (Rodríguez Cruz, R. L. 2007), Tobón 2003 hace mención a puntos deseables en la educación cuando se aplican estrategias didácticas desde el enfoque de las competencias a saber:

- Desarrollo de pensamiento crítico y creativo.
- Fomento de la responsabilidad de los estudiantes frente a su formación.
- Capacitación de los estudiantes para buscar, organizar, crear y aplicar la información.
- Promoción del aprendizaje cooperativo mediante técnicas y actividades que permitan realizar labores en grupo con distribución de tareas, apoyo mutuo, complementación.
- Auto-reflexión sobre el aprendizaje en torno al qué, porqué, para qué, cómo, dónde, cuando y con qué.
- Comprensión de la realidad personal, social y ambiental, de sus problemas y soluciones.

Se espera que éstas sean características de nuestra aplicación de métodos de aprendizaje en la enseñanza. Además el estudio de la lógica, promueve las formas de razonamiento correcto aplicándolas a las distintas facetas de la vida de los individuos. Promovemos las competencias mediante la activación de un proceso enseñanza-aprendizaje activo. Una situación de aprendizaje se incluye en un dispositivo que la hace posible y a veces en una secuencia didáctica en la cual cada situación es una etapa en una progresión. Los conceptos de dispositivo y de secuencia didáctica hacen hincapié en el hecho de que una situación de aprendizaje no se produce al azar sino que la genera un dispositivo que sitúa a

los alumnos ante una tarea que cumplir, un proyecto que realizar, un problema que resolver. Todo depende de la disciplina, de los contenidos específicos, del nivel de los alumnos, de las opciones del profesor (Perrenoud, 2007).

Según Diaz-Barriga (Diaz-Barriga, 2013), Brousseau pone el énfasis en las preguntas e interrogantes que el docente propone al alumno, en la forma en que determina que nociones estructuran sus respuestas, en cómo incorpora nuevas nociones mediante operaciones intelectuales como ser: relacionar información con su entorno, recoger información, abstraer, elegir, deducir, como formas de aprender. No solo debe ser relevante el contenido para el alumno, debe comprender el por qué. Las preguntas que hacemos tienen por objetivo saber que piensa el alumno. De allí que no solo es importante la pregunta sino la respuesta y como llega a ella.

El enfoque de secuencias didácticas es constructivo. El estudiante construye conocimientos utilizando conocimientos previos (Brousseau, 2007; Chavarria 2006). El alumno aprende por lo que realiza (prácticos, autoevaluaciones y ejercicios complementarios. Uso de probadores de tablas de verdad y teoremas), por la posibilidad de integrar nueva información al conocimiento previo y al verbalizar ante otros la reconstrucción de la información. Ésto es más complejo que escuchar al profesor o realizar una lectura. Las secuencias organizan las actividades a realizar con los alumnos y para los alumnos a los efectos de crear situaciones que permitan el aprendizaje. Ésto demanda el conocimiento de la asignatura por parte del docente, la experiencia y su visión pedagógica así como la concepción de actividades para el aprendizaje de los alumnos.

La idea es ubicar la secuencia didáctica en el marco de lo que llamamos planificación didáctica (Fiore, E., Leymonié, J., 2020). La planificación didáctica se toma como una orientación general para darle sentido en los propósitos del docente. Cada docente tiene que estructurar su trabajo de acuerdo a su visión y propósitos educativos.

El problema que se busca atender es el de aplicar métodos didácticos para la enseñanza de la lógica. Las secuencias didácticas parecen ser apropiadas porque en lógica y sistemas formales se pueden aplicar métodos iterativos que relacionan distintas unidades didácticas.

Las secuencias que planteamos contemplan la iteración del conocimiento en varios puntos del currículo de la lógica matemática. De ésta forma se secuencian las actividades en pasado, presente y futuro que se corresponden con apertura, desarrollo y cierre.

En nuestro trabajo combinamos secuencias didácticas con la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau. Estudiamos distintos contratos formulados por Brousseau que se ocupan de un saber nuevo.

La aplicación de secuencias didácticas permite organizar el curriculum del curso considerando que es lo previo a cada unidad didáctica para su iteración previo al desarrollo del tema y que es lo siguiente para su introducción. La secuenciación tiene como elemento estructurante la lógica interna de la asignatura y sus elementos constitutivos.

En nuestro caso particular, la unidad temática es Lógica. Los contenidos son: sistemas formales (Peratto, 2022a; Peratto, 2022b), definición de conjuntos inductivos (Peratto, 2022a; Peratto 2022b) , prueba de propiedades de los elementos de estos conjuntos (Grimaldi 89; Rosen 95; Peratto, 2022a; Peratto 2022b), funciones primitivas recursivas (Hermes, 65; Rosen, 95; Peratto, 2022a; Peratto 2022b), lógica proposicional (Ross & Wright, 92; van Dalen 2013; Peratto, 2022a; Peratto 2022b) : sintaxis (van Dalen, 2013 ; Peratto, 2022a; Peratto 2022b), semántica (Grimaldi 89; van Dalen 2013; Peratto, 2022a; Peratto 2022b) y deducción natural (Prawitz 65; Gentzen 69; van Dalen 2013; Peratto, 2022a; Peratto 2022b) y lógica de predicados de primer orden: sintaxis, semántica y propiedades (Grimaldi 89; van Dalen 2013; Peratto, 2022a; Peratto 2022b).

Las competencias son: desarrollar en el estudiante la capacidad de expresar sus ideas en forma precisa y sin ambigüedades, fomentando la rigurosidad y la formalidad en sus razonamientos y demostraciones. Lograr que el estudiante maneje con soltura el concepto de sistema formal. Presentar la Lógica Matemática y sus principales propiedades y limitaciones como disciplina básica de las Ciencias de la Computación. Sentar las bases teóricas para una formación integral necesaria para el desempeño del futuro profesor. Introducir al alumno a los conceptos fundamentales de la lógica aplicable en Informática. En particular desarrollar los temas de lógica de enunciados y lógica de predicados de primer orden (Programa de lógica de INET, 2008).

La evaluación del aprendizaje combina evaluación sumativa con formativa (Leymoníé Sáenz, 2008). La evaluación sumativa consiste en la realización de dos parciales, uno a mitad del curso y otro al final. La evaluación formativa consiste en la resolución de ejercicios prácticos en clase por parte de los estudiantes. En las clases practicas se trabaja en diferentes modalidades. En la primer modalidad, la profesora resuelve los ejercicios practicos, en la siguiente modalidad un estudiante resuelve un ejercicio frente a sus compañeros y se corrige la resolución por estos y la profesora y por ultimo los estudiantes trabajan en grupo y luego presentan la solución la cual se corrige por la profesora y los compañeros. Hay estudiantes que prefieren trabajar en grupo y otros que prefieren trabajar solos o sin presentar las soluciones. Estos ultimos son los menos y son los que están en peor condición. Generalmente los estudiantes más avanzados prefieren trabajar en grupo y ofician de guia de sus compañeros. Un objetivo es que el alumno entienda por qué y donde se equivoco. Analizar los resultados obtenidos de forma de generar nuevos aprendizajes brindando información al alumno sobre cómo va transcurriendo su proceso. En caso de duda colectiva, el docente explica el(los) ejercicio(s) ante la clase. Cada tanto se plantea una solución a todo el grupo de modo que quien no supo resolver nada no quede relegado.

El artículo está organizado como sigue: en la sección 2 presentamos conceptos e ideas involucrados en el tema. Se resumen los diversos temas a presentar en el curso y relaciones entre ellos. En la sección 3 se presenta la estructura de la secuencia. Se ve apertura, desarrollo y cierre. En sección 4 presentamos evaluación de la propuesta de enseñanza. En la sección 5 presentamos evaluación

de la experiencia. En la sección 6 conclusiones, en sección 7 trabajo posterior y en sección 8 agradecimientos. El artículo se basa en los cursos de lógica del año 2021 realizados por plataforma virtual.

2 Conceptos e Ideas Involucrados en el Tema

La lógica es la base del pensamiento matemático (van Dalen, 2013) y se utiliza ampliamente en ciencia de la computación. Ayuda a pensar correctamente (define las formas correctas de pensamiento). Lógica se utiliza en lenguajes de programación, en bases de datos, circuitos lógicos, ingeniería de software, y probadores de teoremas (en los dos últimos se utiliza lógica como lenguaje de especificación. Se prueba los programas satisfacen la especificación).

El curso considerado es un curso de Lógica del Profesorado en Informática para enseñanza media y técnico-profesional de Uruguay. A continuación se presentan los temas a estudiar en el curso, tanto en teórico como en práctico. El enfoque del teórico es el de secuencias que se relacionan en el tiempo. El enfoque del práctico es en la forma de Brousseau, enfatizando preguntas e interrogantes que se le proponen al alumno, que hacen que el estudiante relacione lo estudiado con sus aplicaciones, con el entorno.

2.1 Lenguajes y sistemas formales

Estudiamos los conceptos de lenguaje y sistema formal mediante ejemplos. Presentamos dos formas de definir estos: en lenguaje natural y por medio de reglas del estilo de deducción natural. Se definen los conceptos de: axiomas, reglas de inferencia, demostración, fórmulas bien formadas, teorema. Se definen lenguaje objeto y metalenguaje. Metavariables, ejemplos, conceptos de sintaxis y semántica. Se relaciona el tema con deducción natural de la lógica clásica proposicional.

2.2 Inducción

Estudiamos la definición de conjuntos inductivos, el principio de inducción primitiva y la definición de funciones recursivas primitivas.

Conjuntos inductivos Se estudia la definición tanto de conjuntos numéricos como de lenguajes formales definidos inductivamente. Se relacionan éstos con los lenguajes formales vistos en el tema anterior. Se relaciona la definición de conjuntos inductivos con el principio de inducción primitiva y la definición de funciones primitivas recursivas.

Principio de Inducción Primitiva (P.I.P.) Se estudia el principio de inducción primitiva (P.I.P.) relacionandolo con los conjuntos inductivos a los que se refiere. Se enfoca su estudio desde un punto de vista matemático, considerandolo como teorema. Como tal tiene hipótesis, tesis, demostración y aplicación.

Funciones Primitivas Recursivas Se estudia la definición de funciones totales definidas sobre conjuntos inductivos. La forma de la función está determinada por las cláusulas de definición del conjunto. Se estudia la relación entre la definición de las funciones y la definición de los conjuntos y el uso de funciones primitivas recursivas en las pruebas de P.I.P.

2.3 Lógica Proposicional

Se estudian sintaxis, semántica y deducción natural.

Sintaxis Se estudia el conjunto Prop (proposiciones). Se lo relaciona con conjuntos inductivos pues es una definición inductiva. Se estudia el P.I.P. para Prop, definiciones de subfórmula, secuencia de formación, precedencia de operadores, sustitución de una variable proposicional por una proposición en una proposición (función recursiva), representación de lenguaje natural en la lógica.

Semántica Se estudia la semántica desde dos puntos de vista: tablas de verdad y valuaciones. Se define consecuencia semántica usando valuaciones. Se demuestran consecuencias semánticas. Se sugiere a los estudiantes la utilización de la herramienta Truth Table (Rojas,L., Suarez,L.) que permite la construcción automática de tablas de verdad.

Deducción Natural Se recuerda la definición de reglas con premisas y conclusiones estudiada en el primer capítulo. Se introduce el sistema de deducción natural de la lógica proposicional. Reglas de introducción y eliminación. Derivaciones, teoremas, consecuencia sintáctica, consistencia y completitud. Se sugiere a los estudiantes el uso de probadores de teoremas en deducción natural usando las herramientas desarrolladas por Machin y Sierra.

2.4 Lógica de Predicados

Se estudian sintaxis, semántica y propiedades.

Sintaxis Se estudian los conjuntos Term (de términos) y Form (de fórmulas). Se los relaciona con conjuntos inductivos. Se introducen los cuantificadores existencial y universal. Además se relaciona Form con Prop. Se presentan los P.I.P. para Term y para Form. Se presentan precedencia de operadores, definición de términos y fórmulas abiertas y cerradas, variables libres, sustitución (se relaciona con sustitución de proposicional). Representación de lenguaje matemático en la lógica.

Semántica Se estudia la semántica de Términos y Fórmulas. Se utilizan estructuras, tipos de similaridad y alfabetos. Se define la correspondencia del alfabeto en la estructura. La interpretación de términos nos da un elemento en el universo de la estructura. La interpretación de fórmulas se da utilizando valuaciones. Se recuerda la definición de valuaciones vista en lógica proposicional.

Propiedades Se estudian propiedades de la lógica de predicados, en dos formas: una fórmula no es cierta lo que se demuestra con contraejemplos o una fórmula es verdadera lo que se demuestra utilizando valuaciones.

3 Estructura de la Secuencia

Una secuencia didáctica consiste en establecer una serie de actividades de aprendizaje en un orden particular. La idea es recuperar nociones previas de los estudiantes, vincularlas a situaciones particulares para dar sentido a la información que poseen dando lugar al aprendizaje.

La secuencia aplica a conocimientos teóricos y prácticos y son creativas. Los estudiantes deben relacionar los ejercicios con lo enseñado, abstraer y deducir. Existen soluciones a los prácticos en el material dado a estudiantes que les dan autonomía. Ayudan en el auto-estudio que realizan los estudiantes en sus casas en caso de dudas.

Se hace una apertura, un desarrollo y un cierre de las actividades prácticas. En éste caso la apertura consiste en la revisión de los temas teóricos, el desarrollo en la resolución de los ejercicios y el cierre en un resumen de los conocimientos adquiridos en el práctico. Hay una correspondencia entre los prácticos y los teóricos.

3.1 Apertura

Consiste en la presentación del tema, justificación de su importancia, consideraciones por las cuales se aborda el tema. Se puede plantear dos tipos de actividades de apertura: apertura de la clase o apertura de cada tema. Comienzan el aprendizaje a la vez que recuerdan al estudiante información que ya poseen.

Las actividades de apertura comienzan el aprendizaje. Pueden ser trabajar sobre un problema de lógica ya sea buscando información en internet sobre un tema o un problema establecido (como por ejemplo tablas de verdad o valuaciones) estudiar de las notas de aula o abrir el debate en clase sobre preguntas que sean significativas para los alumnos. Se puede realizar el intercambio entre grupos de trabajo sobre la información que encontraron o pedir a un grupo que comparta su información con sus compañeros (Díaz-Barriga, 2013).

Como la apertura además recuerda a los estudiantes lo estudiado en la clase anterior, se puede hacer una evaluación de lo aprendido en ésta mediante preguntas. (Díaz-Barriga, 2013)

Ejemplos de actividades de apertura:

- Al comienzo del Principio de Inducción Primitiva (P.I.P.) se repasa la definición de Conjuntos Inductivos. Se introduce en forma intuitiva el concepto del P.I.P. Se pide a los estudiantes la definición de conjuntos inductivos de ejemplo, previo a la introducción del P.I.P.
- Al comienzo de la Sintaxis de la Lógica Proposicional se repasa la definición de conjuntos inductivos y la prueba del P.I.P. ya que el conjunto de proposiciones es inductivo y el P.I.P. se aplica también a éste conjunto. Se presenta

la definición inductiva del conjunto de proposiciones y se pide a los alumnos que deduzcan la formulación del P.I.P. para dicho conjunto.

- Al comienzo de Semántica de Lógica de Predicados repaso de Sintaxis. Previo al desarrollo: recordar junto a los estudiantes las definiciones de estructura, tipo de similaridad, alfabeto, lenguajes de términos y fórmulas.

3.2 Desarrollo

Desarrollo de argumentos que apoyan, aclaran, justifican o amplían las argumentaciones no obvias del argumento principal, en la construcción de un medio didáctico al estilo de Brousseau (Brousseau, 2007; Chavarría, 2006). El vincular la información en un caso o problema tiene relevancia para el alumno, pues se parte del supuesto que es necesario aplicar el contenido para lograr aprendizajes persistentes.

La finalidad de las actividades de desarrollo es que el estudiante interactúe con nueva información. Se relaciona la información previa con la nueva. Se guía el trabajo de los estudiantes con preguntas y ejercicios. Las tareas que realizan los estudiantes debe ir más allá que la realización de ejercicios rutinarios o de poca significatividad. El pensar en ejercicios problema es motivador para los alumnos. Hay dos situaciones relevantes en las actividades de desarrollo: trabajo con la información y uso de la información en problemas (Díaz-Barriga 2013). Por ejemplo usamos las definiciones de valuación para demostrar consecuencias semánticas.

3.3 Cierre

En las actividades de cierre integramos los conocimientos incorporados en la apertura y el desarrollo. Se sintetiza el proceso y el aprendizaje obtenido. Se busca que los alumnos reelaboren los conocimientos y conceptos que tenían al principio de la secuencia en una iteración en la que se reorganiza su pensamiento con las cuestiones e información a las que tuvo acceso. Puede consistir en construir información a partir de preguntas o en realizar ejercicios en forma individual o grupal (Díaz-Barriga 2013). En nuestro caso, previo a la realización de los parciales, se ve la resolución de parciales de años anteriores realizando de este modo un cierre de los temas que se evaluarán.

Usualmente, a una clase teórica sigue una clase práctica. Las actividades de cierre integran las tareas realizadas. Es importante que los alumnos cuenten con un espacio de acción intelectual y de comunicación con sus pares (Díaz-Barriga 2013). Hay cierre también cuando se realizan las autoevaluaciones (que son resueltas por los alumnos al finalizar un tema). En éste último caso la actividad no se realiza en el salón de clase. Ésto forma parte de las acciones que se demandan luego de las clases. Éstas actividades posibilitan la evaluación en sentido formativo. Generan información sobre el proceso de aprender de los alumnos y la obtención de evidencias de aprendizaje.

4 Evaluación de la propuesta de enseñanza

La secuencia integra las actividades para el aprendizaje con la evaluación. Ésta última permite detectar dificultades en el aprendizaje, lo cual da lugar a una reorganización de la secuencia (por ejemplo, iteración del conocimiento teórico en el práctico, nuevas formas de explicar conceptos, justificación de las soluciones).

Desde el principio es necesario tener claridad de las actividades de evaluación. Se pueden realizar preguntas a los estudiantes a lo largo del desarrollo, de modo de ir viendo si están asimilando correctamente los conocimientos.

La evaluación formativa incluye la resolución de ejercicios prácticos por parte de los estudiantes. Hay dos tipos de prácticos: aquellos cuya solución se le entrega a los estudiantes y otros cuya solución no se entrega (llamados adicionales). Los estudiantes resuelven los ejercicios en clase o en su domicilio. Se explican las soluciones que los estudiantes no entienden o cuando la resolución de un ejercicio por parte de un estudiante no es correcta. Los estudiantes también presentan ejercicios cuando su solución es diferente a la presentada por el profesor. De igual modo hay parciales anteriores con soluciones y sin soluciones. La evaluación formativa permite retroalimentar el proceso mediante la observación de avances y dificultades que presentan los estudiantes en su trabajo.

Si el docente desde el principio del curso tiene claridad de elementos de evaluación, éstos pueden constituirse en evidencias de aprendizaje ya que el propósito de la evaluación es ese.

Es importante que el docente perciba la necesidad de articular actividades de aprendizaje con evaluación. Se realizan de manera fusionada o independiente mediante parciales. En éste último caso la evaluación es sumativa. La evaluación para el aprendizaje o formativa se puede concebir desde que se precisa la finalidad de las unidades temáticas.

Considerar cada unidad temática ayuda a determinar cuales son las evidencias de evaluación a registrar a lo largo de la secuencia. En el caso de la evaluación sumativa, el profesor debe tener claridad de lo que espera los estudiantes puedan realizar. La evaluación sumativa es el resultado de la integración de múltiples evidencias de aprendizaje.

En el caso particular del Profesorado en Informática de INET (Programa de Lógica de INET, 2008) la evaluación del curso consiste en dos parciales más las intervenciones en las clases prácticas más las autoevaluaciones y existen las siguientes posibilidades: el estudiante obtiene un 60 % o más del puntaje final en cuyo caso exonera la materia, obtiene entre 32 % y 59 % en cuyo caso tiene que rendir examen reglamentado o menos de 32 % en cuyo caso tiene que rendir examen libre.

El examen consiste también en una evaluación sumativa y consta de dos partes:

- 1) ejercicios prácticos. Con un 50 % o más de estos ejercicios se pasa al oral.
- 2) preguntas orales. Con menos de un 50 % se pierde el examen. Las preguntas orales son eliminatorias.

Es importante que la estructura de la evaluación esté vinculada a los propósitos del curso. Toda evidencia de evaluación cumple una función didáctica. Sirve

para retroalimentar el proceso de aprendizaje del estudiante y también como verificación para el docente de que lo que está haciendo funciona. Analizar por qué los estudiantes muestran determinados desempeños puede servir para evaluar la forma en que se está desarrollando el curso.

La enseñanza tiene mayor sentido cuando se vincula con situaciones reales. En el caso de Lógica la presentación de aplicaciones epistemológicas de los contenidos a la computación u otras áreas puede dar una mayor comprensión de la finalidad de su estudio.

El docente indicará al principio del curso los elementos que integrarán las calificaciones. Se utilizan las herramientas Moodle y Schoology para el material electrónico. Éste está compuesto por: teóricos, prácticos, soluciones de prácticos, parciales y sus soluciones, exámenes y sus soluciones y ejercicios adicionales de práctico, parciales y exámenes sin su solución. Se graban las clases y los estudiantes disponen de la grabación durante una semana. Además en las autoevaluaciones se realizaron preguntas multiple opción del tema inducción, ejercicios de lógica proposicional y ejercicios de lógica de predicados para medir la asimilación de los temas por parte de los estudiantes previo a los parciales. Se dedicaron las últimas clases previo a cada parcial a re-veer los temas que se evaluaron en el mismo.

La evaluación durante el desarrollo de un tema sirve para ver la comprensión que van alcanzando los estudiantes, al cierre permite ver lo que se comprendió y lo que no.

Los parciales y exámenes cumplen la función de ayudar al estudiante a revisar hasta donde han logrado el dominio de cierta información. Es un reto para los profesores construir preguntas significativas que vayan más allá de una mera repetición de lo que se enseñó.

5 Evaluación de la experiencia

Al final del curso se abrió una cuenta de email para que los estudiantes enviaran desde la misma las respuestas a una encuesta en forma anónima. La encuesta consistió en las siguientes preguntas:

Conteste Sí o No a las siguientes preguntas:

1. Encontró que los ejercicios de prácticos con soluciones le permitió eliminar dudas, tener un modelo de cómo resolver los ejercicios y le dió autonomía al permitir consultar el material en su domicilio.
2. Encontró que los ejercicios adicionales le permitieron tener material adicional a resolver y al no tener la solución le exigió conocimiento propio de los distintos temas.
3. Encontró que las autoevaluaciones permitieron medir el grado de comprensión de los distintos temas y como preparación para los parciales. En:
 - la autoevaluación 1 (conjuntos inductivos)
 - la autoevaluación 2 (lógica proposicional)
 - la autoevaluación 3 (lógica de predicados)

4. Encontró que trabajar en grupo es motivador, complementa sus conocimientos con los de sus compañeros.
5. Tiene una opinion favorable de la herramienta Truth Table utilizada para construir tablas de verdad.
6. Tiene una opinión favorable del probador YODA utilizado para deducción natural.
7. YODA es útil porque le permite verificar si sus pruebas son correctas estando en casa.

El resultado de la encuesta fue el siguiente:

pregunta 1) 71 % contestó Si, 29 % contestó No

pregunta 2) 86 % contestó Si, 14 % contestó No

pregunta 3) 79 % contestó Si, 21 % contestó No

pregunta 4) 86 % contestó Si, 14 % contestó No

pregunta 5) 71 % contestó Si, 7 % contestó No, 22 % no lo usó lo suficiente.

pregunta 6) 43 % contestó Si, 57 % contestó No.

pregunta 7) 50 % contestó Si, 36 % contestó No, 7 % no lo usó lo suficiente, 7 % contestó le resultó difícil de usar.

El bajo resultado en el tema deducción natural no fué sorpresa. Resulta ser uno de los más difíciles de enseñar y comprender. Éste año se experimentó en el uso de probadores. A la dificultad del tema se sumó la dificultad del uso del probador. Dada la no posibilidad de agregar clases en el tema pues sería necesario quitar clases a otros temas se concluye que se debe insistir en el uso del probador en casa y cambiar la estrategia. Se debe insistir en que los estudiantes realicen en YODA todas aquellas pruebas que se realizaron en clase sin usar el probador. No sirve como estrategia que el profesor realice todas las pruebas de deducción natural en YODA en clase. Los estudiantes no se animan a realizar las pruebas ellos en grupo lo cual sería favorable. Los estudiantes deben experimentar ellos en el uso de las herramientas. Puede resultar favorable escribir un manual de como pasar de las pruebas en papel a las pruebas en YODA explicando aquellas características del probador que resultaron más difíciles de utilizar. En algunos casos el probador pide al usuario que complete una formula a eliminar. Se encontró que esa característica no fue completamente asimilada por los estudiantes.

No pareció favorable forzar a los estudiantes a una forma de trabajo. Se les consulta a estos si prefieren trabajar en grupos o en forma general con el profesor. Distintos grupos prefieren distintas formas de trabajo. Depende también del tema. Ha ocurrido que un grupo comienza a trabajar y no saben cómo resolver los ejercicios y es necesario que el docente intervenga para desbloquear la situación y avanzar. Otros estudiantes opinan que en el trabajo en grupo trabajan siempre los mismos estudiantes sin embargo les sirvió cuando los estudiantes más avanzados presentaron las soluciones a la clase.

6 Conclusiones

Este artículo tiene el objetivo de compartir y difundir la experiencia de usar secuencias didácticas para enseñar un curso de lógica, resaltando la importancia de brindar formación didáctica a estudiantes de un profesorado. Se combinan la metodología de secuencias en el dictado de los teóricos con el dictado de prácticos con amplia intervención de los estudiantes en su resolución y la combinación de una evaluación formativa con evaluación sumativa.

7 Trabajo Posterior

Se propone como trabajo posterior el realizar una encuesta sobre que temas proponen los estudiantes del curso de lógica les gustaría profundizar dentro de un conjunto de temas fijados por el profesor y definir un curso optativo rediseñando actividades de aprendizaje para contenidos específicos de su elección al estilo de lo realizado por (da Rosa, 2020). También se propone rediseñar el artículo agregando ejemplos dados en clases teóricas y prácticas, en apertura, desarrollo y cierre.

Siguiendo las sugerencias de uno de los referees anónimos se propone usar una escala Likert para reconstruir las experiencias de aprendizaje con más detalle. Esto no se pudo realizar en el trabajo presente ya que el mismo corresponde a una experiencia del 2021.

8 Agradecimientos

Se agradece a Sylvia da Rosa por sus comentarios acerca de una versión preliminar de este artículo, a Gabriela Richieri por sugerirme bibliografía y a Alejandro Miños por anotaciones al artículo original y sugerirme bibliografía. Agradezco también a los referees anónimos que evaluaron el trabajo por sus comentarios.

9 Referencias

Brousseau G., (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*, Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Chavarría, J., (2006). *Teoría de las situaciones didácticas*, Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, Año 1, Número 2.

Díaz-Barriga, A.,(2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*, Universidad Nacional Autónoma de México.

Díaz-Barriga, F., (2005). *El aprendizaje basado en problemas y el método de casos*, Enseñanza situada: Vinculo entre la escuela y la vida, Mexico, Mc Graw Hill.

Fiore, E., Leymonié, J., (2020). *Didáctica Práctica para enseñanza básica, media y superior*, Grupo Magro Editores.

Gentzen, G. (1969). *The Collected Papers of Gerhard Gentzen*, M. E. Szabo.

Grimaldi, R., (1989). *Discrete and Combinatorial Mathematics, An Applied Introduction*, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company.

Hermes, H., (1965), *Enumerability. Decidability Computability, An Introduction to the Theory of Recursive Functions*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Leymonié Sáenz, J., (2008). *Nuevas formas de enseñar, nuevas formas de evaluar*, Páginas de Educación, Año 1.

Litwin, E., (2001). *El campo de la didáctica: la búsqueda de una nueva agenda*, Corrientes Didácticas Contemporaneas, Davini y otros, , Bs.As.: Editorial Paidós.

Machin, B., Sierra, L., (2011). *Yoda: a simple tool for natural deduction*, <https://www.fing.edu.uy/inco/cursos/logica/software/yoda/Yoda.html>

Peratto, P., (2022a). *Notas del curso de Lógica*, <http://ingreso.ceibal.edu.uy/login>

Peratto, P., (2022b). *Notas del curso de Lógica*, <http://campus.cfe.edu.uy>

Perrenoud, P., (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar*, Biblioteca de Aula 196, Serie Didáctica, Diseño y Desarrollo Curricular, 5ta edición.

Prawitz, D., (1965), *Natural Deduction, A Proof-Theoretical Study*, Almqvist & Wiksell, Stockholm, Göteborg, Uppsala.

Programa de Lógica de Inet., 2008. <http://www.cfe.edu.uy/index.php/planes-y-programas/planes-vigentes-para-profesorado/44-planes-y-programas/profesorado-2008/365-informatica>

Rodríguez Cruz, R. L. (2007). *Compendio de estrategias bajo el enfoque por competencias*, Instituto Tecnológico de Sonora. Coordinación de Desarrollo Académico, Área de Innovación Curricular, Cd. Obregón, Son. Enero 2007.

Rodríguez-Sandoval E., Vargas-Solano E., Luna-Cortés J., (2010)., *Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos"*, Educación y educadores, Vol 13 Nro 1, pp 13-25.

Rojas,L., Suarez,L., Truth Table, Recuperado de
<https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/>

da Rosa, S.,(2020). El rol del estudiante como diseñador de contenidos, Electronic Journal of SADIO, EJS 19(2), 151-166.

Rosen, K., (1995), Discrete Mathematics and its Applications, Third Edition, American Telephone and Telegraph Company. United States of America.

Ross, K. Wright, C.,(1992). Discrete Mathematics. Third edition, Prentice-Hall, Inc.

Tobón S., (2003). Formación basada en competencias. 1ra ed. Bogota

Van Dalen, D. (2013). Logic and Structure, Springer London, ISSN=0172-5939.