

## Poniendo valor agregado al diseño de asignaturas en TI

Marta Castellaro – Lisandro Vrancken –  
Roberto Fernández – Carlos Mozzati

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad  
Regional Santa Fe

mcastell@frsf.utn.edu.ar -

lvrancke@frsf.utn.edu.ar

rgfernan@gmail.com-

cmozzati@frsf.utn.edu.ar

### I- INTRODUCCIÓN:

Este trabajo se enmarca en el área Educación en Tecnología, dentro del tema “Experiencias curriculares en el área de TICs”.

Los diseños curriculares y la organización de asignaturas en carreras de grado en TIC’s presentan algunas dificultades debido a las características particulares de esta formación. Algunas de estas características se señalan a continuación:

- *Crecimiento disciplinar vertiginoso:* Podemos verlo en las temáticas de congresos y publicaciones, cada vez más áreas y en cada área cada vez más temas. En particular pueden observarse 2 situaciones:
  - crecimiento de los conocimientos y capacidades que devienen como básicas u obligatorias en la formación; es decir, lo que ayer eran un tema que se proponía incluir como una nueva temática en alguna disciplina, hoy se transforma en tema obligatorio requerido y en muchos casos con entidad propia.
  - hay tendencia a profundizar en el estudio y tratamiento de los fundamentos, propiedades estructurales y de funcionamiento de los instrumentos y las metodologías que permiten el desarrollo y avance de las distintas disciplinas.
- *Popularización de la formación basada en competencias y motivación:* La tendencia en la formulación de propuestas

curriculares y metodológicas hoy contemplan fuertemente dos aspectos: el primero es tomar como ejes las competencias a lograr y en función de ello desplegar contenidos y actividades; la segunda atiende a emplear en la enseñanza, y en la medida de lo posible, instrumentos y herramientas “populares” en el ámbito laboral actual.

- *Respuesta a los requerimientos de la industria:* Este es otro aspecto que se promueve sea considerado en el diseño curriculares. Si bien está aún en análisis cómo hacer confluir objetivos, necesidades y tiempos de ambos sectores, surgen espacios y oportunidades que pueden ser atendidas y consideradas en las propuestas de ambos lados.

Se presenta a continuación, información sobre la experiencia de una asignatura electiva de una carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, cuya propuesta intenta “**incluir e integrar**” estos aspectos antes mencionados. Esto se realiza a través de:

- Integración de Contenidos Conceptuales, Procedimentales y Actitudinales.
- Metodología centrada en la enseñanza y la evaluación integradas.
- Adopción de herramientas y buenas prácticas actualizadas e integrales.
- Seminarios de capacitación complementarios, que completan el perfil profesional.
- Empleo de una plataforma para administrar los contenidos, materiales y actividades del curso.

El nombre mismo de la asignatura refiere a estas cuestiones: “Diseño e Implementación de Estructuras de Datos”.

La estrategia empleada para el desarrollo de la asignatura consiste en:

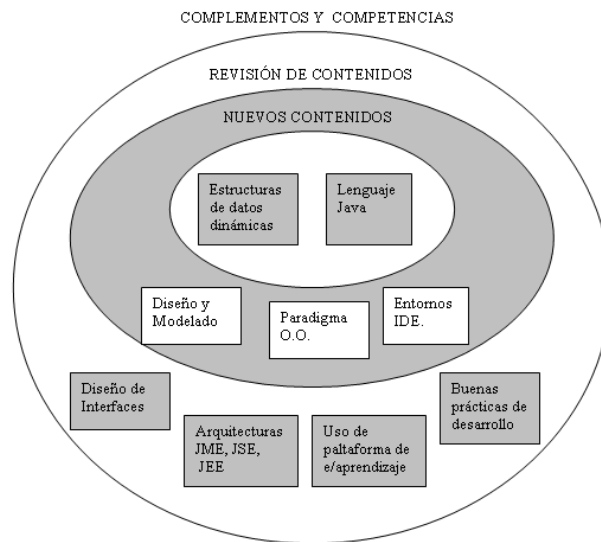
- Se presentan las estructuras de datos avanzadas, atendiendo a sus características estructurales y funcionales, focalizando en sus beneficios en términos

de complejidades y presentando interfaces genéricas de acceso y manipulación.

- Se analizan las posibilidades de implementación, bajo la orientación a objetos (reforzando este enfoque) y también se presentan implementaciones ya existente disponibles (como APIs de Java), con fines comparativos.
- Se realizan prácticas centradas en problemas, donde se deben seleccionar, integrar y/o adecuar las estructuras estudiadas, debiendo en varios casos extender el aprendizaje con búsqueda de material adicional y presentar documentación de respaldo de las soluciones adoptadas.
- Para los prácticos requeridos se da también atención al modelado de la solución, revisando OO y UML, y utilizando herramientas adecuadas (Eclipse IDE, Enterprise Achitect).
- En la implementación de las soluciones diseñadas se emplea el lenguaje Java, no sólo como instrumento para desarrollar la lógica de la aplicación sino atendiendo también aspectos de presentación. Con este fin se realizan seminarios de Swing y de Diseño de Interfaces. Se focaliza también en la organización integral del código entregable, atendiendo a la modalidad de construir los proyectos.
- Se indican y aplican de manera básica, buenas prácticas de: captura, clasificación y tratamiento de errores; ayuda y documentación de la aplicación; presentación de documentación de pruebas.

## II - PROCESO DE DISEÑO DE LA ASIGNATURA

Para el diseño de esta asignatura electiva se partió de contenidos básicas e a administrar en la currícula no desarrollados en asignaturas anteriores del área Programación , y luego se fue trabajando en forma evolutiva. El siguiente gráfico pretende representar esta evolución:



En primer lugar se seleccionaron dos *Contenidos Conceptuales* nuevos: Estructuras de Datos Dinámicas- EDD (Avanzadas: lineales, arbóreas y grafos) y como herramienta para la implementación se definió el estudio de un lenguaje OO de uso amplio en el medio productivo (Java).

Al comenzar a definir *Contenidos Procedimentales y Actividades*, se consideró que era beneficioso contemplarse una revisión e integración del Diseño y Modelado bajo el paradigma OO. De esta forma, se incluye una revisión conceptual de los mismos y en los talleres y trabajos prácticos se enfatiza en estas cuestiones. Por otra parte se seleccionó un entorno (IDE) también de uso de mercado y se plantea que las aplicaciones construidas aplicando las EDD sean modeladas y construidas empleando las facilidades y el contexto estandarizado de la herramienta.

Al definir los *Contenidos Actitudinales*, se analizó que una práctica habitual empleada en los primeros cursos de programación es “construir soluciones desde cero” y que casi no se plantean problemas de integración o evolución de código o aplicaciones preexistentes (tarea muy habitual en el contexto productivo). Luego se generaron

talleres, donde los alumnos deben trabajar en grupo, disponen de código dado que deben analizar previamente y en el taller se les presenta un consigna de integración, modificación o evolución, con un tiempo para que el grupo lo resuelva, quedando como actividad del grupo también definir roles dentro del espacio del taller.

Con la evolución de la experiencia, se analizaron también otros *aspectos del ámbito del proceso de desarrollo de software*, que si bien en algunos casos constituyen temas que pueden ser ejes de asignaturas electivas específicas, su abordaje de forma básica puede aportar a soluciones más ricas y más estandarizadas. Así se incluyó el tratamiento de Buenas Prácticas (de excepciones, de documentación, de construcción de proyectos, de pruebas) que se solicita aplicar en los trabajos prácticos. También se incluyeron seminarios adicionales como el caso de Diseño de Interfaces (GUI).

Teniendo en cuenta la habitualidad en el *campo laboral* del autoaprendizaje y participación en equipos virtuales, se definió la estrategia de adoptar una plataforma complementaria para administrar los contenidos, materiales y actividades, aportando así competencias que permitan al alumno una mejor inserción.

Por último, la *integración del ámbito académico con una empresa* de carácter internacional a través de acuerdo especial, permitió completar el diseño de la asignatura, de manera que los estudiantes pudieran, en forma opcional, adquirir las competencias requeridas para obtener un Nivel de Calificación Profesional. Se generaron alternativas para que los alumnos complementen sus conocimientos y capacidades en otros aspectos tales como la familia de productos, otras arquitecturas de software estándares, etc.

### III- LOS TALLERES Y LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

Los **trabajos prácticos grupales** constituyen un medio importante de formación y de evaluación, y a partir de los mismos es donde los docentes logramos obtener un mayor acercamiento con los alumnos. Los enunciados de los trabajos surgen de un esfuerzo conjunto del plantel docente y se orientan a cuestiones prácticas y temáticas reales. La resolución de los mismos requiere de una investigación extra por parte de los alumnos que es propuesta, incentivada, y orientada por los docentes y tutores de trabajos prácticos. En particular, merece especial mención el Trabajo Práctico Final, en el cual se pretende que los alumnos puedan aplicar e integrar lo aprendido durante todo el dictado del curso, haciendo uso de todas las herramientas, metodologías y prácticas aprendidas, así como de los conceptos teóricos estudiados.

Se plantean las propuestas de estos trabajos con la estrategia “aprender haciendo”, utilizando reglas, teniendo en cuenta restricciones, adoptando las buenas prácticas aprendidas, simulando ambientes reales a través de un ambiente académico, por ejemplo: gestionando requerimientos/tiempos con los docentes (clientes) del trabajo práctico (proyecto de software) están llevando a cabo. Estos escenarios de enseñanza-aprendizaje se adoptan de forma que representen lo más similar posibles a los escenarios reales.

La metodología delineada en los dos últimos años fue planificar trabajos prácticos para desarrollar durante el año y requerir la entrega en diferentes etapas. Cada etapa consiste en sí misma un trabajo práctico, y evolutivamente se iba solicitando nuevas funcionalidades y adaptaciones. En cada uno se requiere documentación de código, diseño y documentos de explicación de la solución, generación de casos de prueba de funcionalidades y otros ítems, fomentándose

el uso de buenas prácticas para cada actividad. Este modelo evolutivo se propone fomentar:

- Que se desarrollen cuidadosamente las soluciones en cada etapa, teniendo en cuenta que forman parte de la solución global de la etapa final, constituyendo esto además una oportunidad para que se trabaje con mayor motivación.
- Que se aprenda a “lidiar” con un proyecto dinámico, cuyos requerimientos vayan cambiando en alguna forma.
- Que se aprenda a trabajar sobre sistemas pre-existentes y en los cuales los alumnos no estuvieron involucrados.

Otro tipo de instancia de trabajo generado lo constituyen **los Talleres**, los que se desarrollan en Laboratorios, fomentando la familiarización con los entornos y herramientas, con la asistencia de los docentes. En estas prácticas se propone la utilización de las estructuras de datos en contextos afines al desarrollo de la carrera (ejemplos: filtros lineales para imágenes, planificación de requerimientos de materiales, diagramas PERT, etc.). Para esta actividad se provee a los alumnos interfases desarrolladas por la cátedra, a fin que puedan efectuar los desarrollos en un espacio de tiempo dado sin tener que considerar este aspecto, y así poder concentrarse solamente en las entradas y las salidas de las clases provistas. Cada trabajo debe completarse en el transcurso de una sesión, entregarse y evaluarse en el mismo laboratorio. Estas instancias de evaluación permiten al alumno obtener utilidad de los conocimientos de una clase práctica en sí misma, de forma independiente al resto de las actividades de laboratorio.

**Algunos ejemplos** de los Trabajos Prácticos :

Caso A:

Para la *primera etapa*, se solicitó una aplicación que evaluara expresiones matemáticas que dependieran de una variable. Para realizarlo debían utilizar estructuras de datos (pilas y colas) y algoritmos (utilización

de pilas para resolver una expresión) vistos en clase.

La *segunda etapa* consistió en una ampliación de las funcionalidades: las expresiones ahora podían depender de varias variables, y debían poder guardarse, utilizarse en otras funciones y visualizarse en forma de árbol. Esto implicaba un mejoramiento de la interfase y la utilización de estructuras arbóreas, que ya se habían presentado durante el cursado.

En la *etapa final*, toda la funcionalidad desarrollada en las etapas previas, debía utilizarse en una aplicación que graficara las funciones ingresadas respecto de una variable. La aplicación, debía además ser capaz de calcular y graficar en tiempo real la función que interpolara una serie de puntos clickeados en la pantalla o ingresados mediante un menú. Para resolver satisfactoriamente este requerimiento, se debían tener en cuenta los conceptos de complejidad computacional expuestos en clase.

Los alumnos tuvieron que investigar varios temas, entre ellos el proceso de un “parseador”. Los aspectos de interface y funcionalidades de entrada salida no estaban precisadas, por lo que los alumnos debieron analizar alternativas para proponer soluciones con usabilidad. En cuanto al graficador se solicitó un alcance mínimo, quedando por analizar aplicaciones específicas que se pueden encontrar y profundizar en el empleo de herramientas para presentación para soluciones con interfaces flexibles y de buena resolución.

Caso B:

La *primera etapa* del trabajo consistió en desarrollar un editor de texto simple que permita realizar operaciones sobre el texto, tales como el reemplazo y búsqueda de una expresión usando una sintaxis y semántica similar a las expresiones regulares. Este trabajo tenía como objetivo la utilización de estructuras lineales, y el modelado de las soluciones. Se proveyó a los alumnos de un sistema desarrollado previamente por la cátedra que incluía facilidades de

presentación gráfica, con el propósito que trabajaran con módulos pre-existente (desarrollados por terceros) y a la vez eximirlos de la implementación de una interface gráfica para que puedan concentrarse en los objetivos del trabajo.

La principal tarea de la *segunda etapa*, era añadir la función de autocompletado en tiempo real a la aplicación, lo cual requería la utilización de estructuras y algoritmos más complejos. El ordenamiento de las palabras a mostrar debía hacerse con el criterio alfabético o el de cantidad de apariciones de las palabras en el texto actual, lo que obligaba a manejar diferentes estructuras que se utilizarían según el caso. Como agregado, se debían realizar también algunas mejoras de la interfase de usuario, lo cual implicaba profundizar el conocimiento en este aspecto. Para ello se desarrollaron previamente clases opcionales de diseño de interfaz de usuario e implementación de interfaces utilizando la API Swing de Java.

La consigna más importante de la *tercera entrega* era la interpretación y graficado de un archivo en formato XML, cuyo objetivo era describir un DER. El graficado debía intentar minimizar los cruces de línea; para alcanzar este objetivo, se describió en el enunciado un esquema de dos etapas: una etapa de búsqueda avara y una etapa de búsqueda genética; se presentó a los alumnos la posibilidad de realizar el trabajo en base a ese esquema, o desarrollar un esquema propio para resolver el problema.

En todas las etapas y principalmente en la última los alumnos debieron completar y restringir la definición de los requerimientos para lograr soluciones factibles. En el caso puntual de la última etapa, las restricciones involucraron la forma de graficar, el tamaño del gráfico y el modo de verlo en detalle o parcialmente, la cantidad de relaciones permitidas en los DER, entre otras.

Caso C:

El trabajo final solicitaba el desarrollo de un módulo que implementara las funcionalidades que brindaba el sitio:

<http://mapas.metrovias.com.ar/metrovias/metronet/recorrido.asp>, que accede al servicio de Mapa Dinámico de Recorridos de Metrovías en Buenos Aires. Debía generarse una aplicación lo más similar posible, en funcionalidad y presentación. A diferencia de los casos anteriores no se daba una funcionalidad abierta, sino que el producto a obtener quedaba definido al consultar el sitio de Metrovías. En los resultados se pudo observar extensiones para la carga de la información soportada en el grafo y algunos grupos buscaron un mapa como imagen y representaron el grafo de manera posicional.

#### ***Extensión de un TP en el ámbito laboral:***

Un hecho a destacar, que permite evaluar externamente los objetivos perseguidos, es el caso de la aplicación de la solución lograda en un trabajo práctico (del caso A) al ámbito laboral, y las extensiones realizadas como forma de integración.

El trabajo, llevado a cabo por un grupo de estudiantes, en el marco de una pasantía. Se mejoró y se funcionalidades, investigación de herramientas, APIs, utilizando *herramientas libres* y aplicando las *buenas prácticas* sugeridas por los docentes/tutores de la cátedra. La solución requerida exigía evaluar fórmulas más complejas, soportando otros tipos de datos y operadores. Además debieron investigar sobre el funcionamiento de ciertas funciones de FOX e implementarlas. En tal sentido, se utilizaron algunas de estas funciones (provisas por un assembly -dll-).

Otra característica a destacar de la solución que habían desarrollado en el trabajo es la flexibilidad de la misma, lo que permitió que el código fuente en lenguaje Java fuese portado a C#.Net con muy poco esfuerzo.

Por otra parte, y ya como interés y desafío personal, los alumnos lo extendieron a herramientas que permiten implementarlos en dispositivos móviles.

#### IV- LA MODALIDAD DE EVALUACIÓN DE PROMOCIÓN DIRECTA

La asignatura tiene régimen de **promoción directa**, es decir se promociona por seguimiento continuo e integral, sin tener un examen final tradicional. Esto significa que la modalidad de evaluación de la misma es constante, con seguimiento y evaluación continuos, donde se ponen en juego muchos aspectos conceptuales y actitudinales del alumno. La evaluación no se define estrictamente por **exámenes parciales** o finales, sino que se estos instrumentos forman parte de un conjunto de observaciones y mediciones que permiten determinar si los objetivos han sido alcanzados. Las calificaciones obtenidas en estas pruebas constituyen parámetros formales no definitorios, es decir, que si bien son utilizados consistentemente y con el sentido académico que los mismos suponen, se los considera como una herramienta para delinear el rumbo a seguir de acuerdo a las deficiencias que los alumnos puedan presentar en los mismos. Cada examen brinda entonces como valor agregado la posibilidad conocer el nivel de conocimientos en que se encuentra el grupo de alumnos respecto a las distintas temáticas, unidades, ejercicios prácticos, etc.

Además de exámenes parciales, la evaluación tiene en cuenta las diferentes actividades llevadas a cabo a lo largo del cuatrimestre.

En tal sentido, se realizan actividades que intentan desarrollar en el alumno un sentido de buenas prácticas y de preparación para el futuro laboral. Otro medio o recurso que se emplea en el contexto del aprendizaje y la evaluación integral son los **talleres de laboratorio**, los cuales se definen previos al inicio del curso y van desarrollándose de manera intercalada con otras clases. En los talleres la idea ya no es “acercar al alumno a las herramientas” sino “incentivar a que el alumno resuelva”: se proponen problemas simples pero puntuales, por grupos de

alumnos, y se incentiva a la resolución de los mismos de distintas maneras. Para ello, se brinda el material necesario y se brinda el soporte necesario por parte de los tutores para que el alumno, utilizando el material, aprovechando el soporte docente y acudiendo a su propia creatividad intente resolver la problemática planteada. Por otra parte, los **trabajos prácticos grupales** comentados anteriormente, llevan consigo el mayor aporte de los alumnos y el mejor retorno de los docentes. Se realizan correcciones periódicas y los grupos van refinando paulatinamente los trabajos, con el objetivo de que todos los grupos cumplimenten con los lineamientos básicos que se definen de acuerdo al trabajo en cuestión.

#### V- EL SITIO DE LA CÁTEDRA

La cátedra no utiliza un sitio web convencional para la “comunicación digital” con sus alumnos, sino que dispone de lo que denominamos “sitio de apoyo al aprendizaje”. Un sitio configurado especialmente a partir de la herramienta Moodle, que es utilizado íntegramente y con el cual, a partir de las variadas y eficaces funcionalidades del mismo, se intenta lograr un acercamiento al alumno, sus inquietudes, problemas, intereses, permitiendo un seguimiento continuo y brindando soporte online diariamente desde aspectos asociados a la gestión de configuración del proyecto (trabajo práctico) hasta el refinamiento de requerimientos.

Las funcionalidades que la herramienta nos otorga incluyen, entre otras:

- el manejo de recursos (material, apuntes, etc.) de la cátedra entre docente-alumnos y entre los docentes de la cátedra.
- la creación de foros y temas en los mismos, para tratar cada tema puntual (ya sea de gestión de la materia, trabajos prácticos, cuestiones teóricas, etc.).
- la incorporación de tareas con términos de ejecución y el espacio para que los alumnos “suban” sus producciones.

- la evaluación mediante cuestionarios de preguntas que los alumnos deben resolver online.
- la administración de calificaciones de alumnos, con los comentarios de cada profesor/tutor.
- el agregado de novedades, notas e información útil y actualizada para los alumnos.

## VI- LA CALIFICACIÓN IBM

En el marco de desarrollo de la materia se considera cada actividad como un aporte significativo al alumno, a sus conocimientos y a su crecimiento académico. Al mismo tiempo, se motiva la adquisición de competencias de la actividad profesional.

Paralelamente, se desarrolló una iniciativa académica, en conjunto con la firma IBM por un lado y la Universidad por el otro, permitiendo el acceso de docentes y alumnos a variadas herramientas de Software (modelado, desarrollo de sistemas, administración de proyectos, etc.) sin costo alguno. Estas herramientas, disponibles en los laboratorios y acompañadas del material bibliográfico correspondiente, son utilizadas en los distintos cursos con el objetivo de que los estudiantes puedan desarrollar algunas competencias específicas. Mediante el Programa de Calificación Profesional, ambas partes organizadoras reconocen en forma conjunta dichas competencias desarrolladas por los estudiantes, otorgándoles un Diploma de Calificación Profesional, aportando a mayores expectativas de desarrollo profesional y a los efectos de brindar más y mejores oportunidades profesionales a los Estudiantes Calificados.

Ante este entorno, resulta natural la respuesta e interés de los alumnos, y el seguimiento de los mismos pasa a ser continuo.

Una vez finalizado el dictado y aprobación de la materia por parte de los alumnos, en forma opcional para los alumnos, se continúa con la actividad educativa, complementando el sentido académico de la materia con una orientación laboral y profesional. La misma

consiste en una evaluación teórica (pero con fundamentos prácticos) de temas adicionales a los incluidos en el plan de la materia con el objetivo de verificar el conocimiento de estos temas adicionales y, a través del aporte de los trabajos prácticos realizados durante el cuatrimestre y el aprendizaje adquirido de las herramientas utilizadas, permitir al alumno la posibilidad de obtener una calificación profesional que le permita reflejar ciertos conocimientos técnicos adquiridos, con una perspectiva laboral.

Como un paso previo se prepara, revisa y/o actualiza todo el material de estudio y lectura, tanto obligatoria como complementaria, y se entrega el mismo a los alumnos interesados en participar.

Se brindan respuestas personalizadas para las distintas consultas técnicas que los alumnos van realizando y, como punto final de este proceso, se realiza la evaluación de los alumnos, gestionando luego el certificado correspondiente para aquellos alumnos que cumplen satisfactoriamente con los objetivos mínimos requeridos en el examen.

Es de destacar la importante participación en tal actividad, pues un alto porcentaje de los alumnos que promocionan la materia se interesa y se propone rendir el examen. Desde la primera realización de este examen (2005), entre el 40% y el 60% de los alumnos que promocionan la materia ha decidido participar del mismo. Estos números reflejan el interés y participación de los alumnos, constituyendo en sí mismo un gran logro si tenemos en cuenta el resto de las obligaciones académicas de los alumnos (cursado de otras materias, exámenes parciales y finales, etc.) en el ámbito de la carrera que se encuentran cursando y las exigencias de la misma.

## REFERENCIAS

- [1] T. Goodrich y Tamassia - Estructuras de Datos y Algoritmos en Java (2da.edición) -- CECSA- 2002
- [2] Weiss - Estructuras de Datos en Java -- Addison Wesley - 2000
- [3] Using Moodle: <http://moodle.org/>

[4] Manuales de Moodle:  
[http://docs.moodle.org/es/Manuales\\_de\\_Moodle](http://docs.moodle.org/es/Manuales_de_Moodle)

[5] N.Gelfand, M. Goodrich, R. Tamassia-  
*Teaching data structure design patterns*  
Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE  
technical symposium on Computer science  
education-ACM Special Interest Group on  
Computer Science Education- 2001

[6] Calificaciones IBM:  
(<http://lab.sistemas.frba.utn.edu.ar/>)