

# Usando NDT como soporte a la enseñanza de programación web

Yanina Medina, Gabriel Pedrozo Petrazzini, Cristina Greiner, Gladys Dapozo  
Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.  
Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina  
{gndapozo, cgreiner, yanina}@exa.unne.edu.ar, gabriel.pedrozopetrazzini@gmail.com

**Abstract.** Se presentan los resultados de la implementación de una metodología de enseñanza de programación para la plataforma web que utiliza la metodología NDT, llevada a cabo en una asignatura de tercer año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Esta estrategia surge con el objetivo de afianzar en los alumnos el valor de las buenas prácticas que exige la Ingeniería del Software para lograr desarrollos y soluciones cada vez más completas y robustas. El proceso de aseguramiento de calidad tiene como misión principal garantizar todos los requisitos de calidad establecidos. Para ello, los controles de calidad no deben aplicarse únicamente al código generado, sino que además deben recorrer elementos como los requerimientos, tanto funcionales como no funcionales, que contribuyen a generar conciencia de la importancia que tiene la documentación en el desarrollo de software.

**Keywords:** Enseñanza universitaria, programación web, NDT, documentación.

## 1 Introducción

A pesar de los esfuerzos orientados a la creación de metodologías de desarrollo para la web, el uso sistemático de estas técnicas para la especificación y el diseño de estas aplicaciones no ha resuelto el problema de la producción. Por este motivo, los expertos en tecnologías web han realizado diferentes propuestas para mejorar la calidad de los sitios y aplicaciones web, en forma de metodologías, marcos de calidad, modelos de estimación, guías de estilos y métricas [1].

Las metodologías de desarrollo de software son un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y un soporte documental que ayuda a los desarrolladores a realizar un producto software. Un caso particular, lo constituyen las metodologías orientadas al desarrollo web. Por sus características, estas requieren una mayor atención en la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales, y dentro de estos últimos, a los requerimientos de almacenamiento y de navegabilidad.

En un estudio previo [2], se realizó una comparación de metodologías web, analizando en particular el grado de cobertura de las distintas etapas de desarrollo. De las metodologías estudiadas, únicamente NDT cuenta con soporte para todas las etapas del ciclo de vida.

Por este motivo, se eligió esta metodología de desarrollo de aplicaciones web, para ser utilizada en la enseñanza de la programación de aplicaciones web, con el objetivo de afianzar en los alumnos el valor de las buenas prácticas que exige la Ingeniería del Software para lograr desarrollos y soluciones cada vez más completas y robustas.

## 2 NDT

NDT (*Navigational Development Techniques*) es una metodología para especificar, analizar y diseñar el aspecto de la navegación en aplicaciones web [3][4]. El flujo de especificación de requerimientos de NDT comienza con la fase de captura de requerimientos y estudio del entorno, y luego se definen los objetivos del sistema. En base a estos objetivos, el proceso continúa definiendo los requerimientos que el sistema debe cumplir para cubrir los objetivos marcados. Finalmente, se realiza la revisión del catálogo de requerimientos y el desarrollo de una matriz de trazabilidad que permite evaluar si todos los objetivos han sido cubiertos en la especificación. En la Fig. 1 se muestra una descripción general de las actividades de NDT.

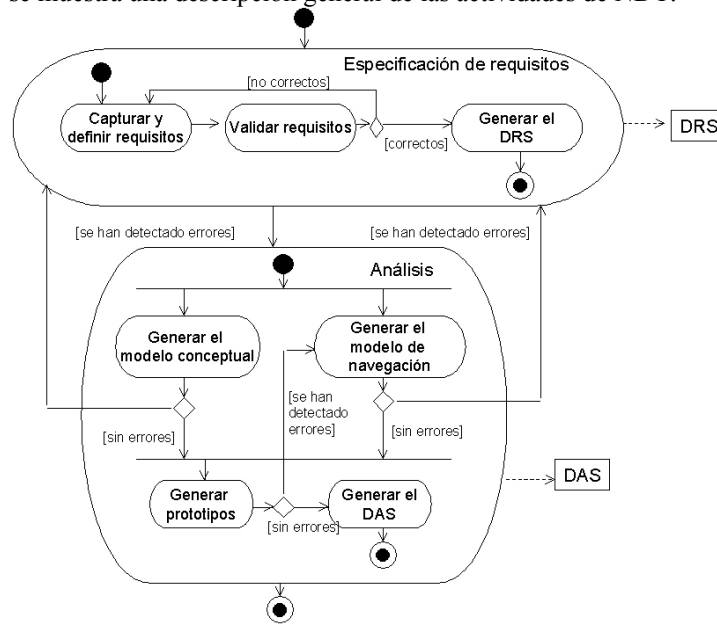


Figura 1. Descripción general de las actividades de NDT

### 2.1 Modelo de Requisitos

NDT es un enfoque específicamente creado para el manejo de requisitos de aplicaciones web [6]. Propone el uso de diagramas de casos de usos y varios tipos de plantillas de formato (patrones). Clasifica los requisitos en los siguientes tipos: de información de almacenamiento, de actores, funcionales, de interacción y requisitos no funcionales. Para cada tipo, se define una plantilla especial, consistente en una tabla con campos de texto específicos que son completados por el equipo de desarrollo en la fase de elicitación de requisitos.

### 2.2 Descripción de la herramienta: NDT-SUITE

NDT-Tools, el soporte de herramientas de la metodología NDT, ha tenido que evolucionar para ser una propuesta útil en proyectos reales, dado que sólo cubría las fases de ingeniería de requisitos y análisis [7] [8]. Estas razones impulsaron al Grupo de Investigación Ingeniería Web y Testing Temprano [5] a elaborar NDT-Suite. Esta nueva herramienta soporta las fases de requisitos, análisis, diseño, construcción e

implantación, pruebas y mantenimiento. NDT-Suite está integrada por los diversos componentes, entre ellos, NDT-Profile, NDT-Quality y NDT-Driver.

NDT-Profile es una herramienta diseñada sobre un perfil definido, en base a los metamodelos de NDT, sobre la herramienta Enterprise Architect. El profile (perfil) sobre Enterprise ofrece una serie de herramientas y definición de artefactos propios para trabajar con la metodología NDT permitiendo una sencilla gestión de documentación.

Las fases de desarrollo incluidas en el proyecto se identifican por las siguientes siglas:

- EVS: documento del estudio de viabilidad del sistema.
- DRS: documento de requisitos del sistema.
- DAS: documento de análisis de sistema.
- DDS: documento de diseño del sistema.
- DPS: documento de plan de pruebas del sistema.
- DMS: documento de mantenimiento del sistema.

Además, se introduce una serie información adicional sobre el proyecto: Participantes: se describen las empresas y personas que participarán en el proyecto, Control de Versiones: se describen las diferentes líneas bases, y Objetivos del Proyecto: se describen los objetivos a cumplir en el proyecto.

## **3 Metodología**

### **3.1 Descripción**

La asignatura Taller de Programación I, de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, tiene como objetivo profundizar el estudio de herramientas de desarrollo de software orientadas a la plataforma web mediante la programación de aplicaciones. Busca ofrecer al alumno una visión amplia de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de aplicaciones web, partiendo desde el diseño de páginas estáticas y de las tecnologías orientadas a la presentación (CSS, JavaScript), repasando tecnologías de cliente para mostrar luego tecnologías de programación para servidores, completando el recorrido con una visión general de acceso a base de datos.

En este proceso se pretende consolidar en el alumno las competencias requeridas para un analista programador, tales como el modelado y los métodos y herramientas para la especificación, diseño, implementación y evaluación de aplicaciones informáticas.

Esta asignatura contribuye específicamente a la formación del Analista Programador Universitario, título intermedio de la carrera, cuyo perfil comprende el desarrollo, modificación y mantenimiento de aplicaciones informáticas, mediante la utilización de herramientas de desarrollo de uso generalizado en el mercado laboral.

Por tanto, se espera que el alumno adquiera destrezas en programación mediante una intensa tarea de desarrollo siguiendo todas las etapas conceptuales de un proyecto de software, desde su especificación hasta su verificación y validación, incorporando además las buenas prácticas que exige la Ingeniería del Software para lograr desarrollos y soluciones cada vez más completas y robustas, haciendo énfasis en la documentación.

Para cumplir con este objetivo, se planteó la utilización de la metodología NDT enmarcada en el paradigma de Ingeniería Web guiada por modelos [7].

El eje del trabajo de la asignatura lo constituye el desarrollo individual de una aplicación web sencilla pero completa, que incluya todos los componentes necesarios: modelado de la aplicación, diseño gráfico y de contenidos, gestor de base de datos, tecnologías de programación en cliente y en servidor.

Cabe aclarar que, paralelamente al dictado de esta asignatura, los alumnos cursan la asignatura Ingeniería de Software I, con la cual se articulan conceptos, entre ellos, las técnicas de elicitación de requerimientos.

Para lograr los objetivos propuestos se realizaron las siguientes actividades:

1. Repaso de las técnicas de elicitación de requerimientos. Estas técnicas que se muestran en la Tabla 1, forman parte de los contenidos de la asignatura Ingeniería de Software I por tanto el repaso consistió en una breve reseña de las principales características de cada una de ellas para que los alumnos las tuvieran en cuenta para al especificar los requerimientos de su aplicación.

**Tabla 1.** Detalle de técnicas de elicitación de requerimientos

Fases	Actividades	Técnicas
Ingeniería de Requisitos	Obtener información sobre el entorno y definir objetivos	Entrevistas
		JAD
		Brainstorming
		Revisiones y búsqueda de información
		Cuestionarios
		Concept mapping
		Patrón para la definición de objetivos
	Identificar y definir los requisitos de almacenamiento de información	Patrón para la definición de requisitos de almacenamiento de información.
		Patrón para la definición de las nuevas naturalezas
	Identificar y definir los actores	Patrón para la definición de actores básicos
		Diagramas de representación de actores generalizados
		Matriz para la definición de incompatibilidad de actores
		Matriz para la definición de actores generalizados
	Identificar y definir los requisitos funcionales	Diagramas de casos de uso
		Patrón para la definición de los requisitos funcionales
	Identificar y definir los requisitos de interacción	Patrón para la definición de frases
Patrón para la definición de prototipos de visualización		
Identificar y definir los requisitos no funcionales	Patrón para la definición de requisitos no funcionales	

2. Capacitación en la metodología NDT. Se presentó a los alumnos la metodología de desarrollo NDT y se les instruyó en el uso de la herramienta NDT SUITE, que implementa dicha metodología.
3. Consignas para el desarrollo de una aplicación web. Se propuso a los alumnos el desarrollo de una aplicación web con la mayor cantidad de funcionalidades posibles. En primer lugar debían realizar la especificación de requerimientos de su

aplicación web utilizando los patrones aportados por la metodología NDT o el estándar IEEE 830-1998.

4. Definición de la primera instancia evaluativa: Esta consistió en la elaboración y entrega de la especificación de requerimientos de la aplicación a desarrollar.
5. Definición de la segunda instancia evaluativa: Consistió en completar el desarrollo de la aplicación, incorporando el acceso a una base de datos, entregando el producto final junto con su documentación. La utilización de la herramienta NDT Suite, se propuso en forma optativa.
6. Análisis de los trabajos presentados por los alumnos. Se analizaron 17 trabajos de los alumnos que utilizaron la metodología NDT, con el objetivo de evaluar el grado de aplicación de la metodología.
7. Encuesta de satisfacción a los alumnos. Se realizó una encuesta on line con la herramienta GoogleDocs, destinado a recabar la percepción de los alumnos respecto a la metodología de desarrollo propuesta.
8. Elaboración de Conclusiones

### 3.2 Análisis de los trabajos

De la primera instancia evaluativa se analizó el uso de las técnicas de elicitación utilizadas, cuya frecuencia de uso se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Frecuencia de uso de técnicas de elicitación de requerimientos

Fases	Actividades	Técnicas	Nº de casos	%
Ingeniería de Requisitos	Obtener información sobre el entorno y definir objetivos	Revisiones y búsqueda de información anterior	2	11,76%
		Patrón para la definición de objetivos	15	88,23%
	Identificar y definir los requisitos de almacenamiento de información	Patrón para la definición de requisitos de almacenamiento de información	12	70,58%
		Patrón para la definición de las nuevas naturalezas	4	23,5%
	Identificar y definir los actores	Patrón para la definición de actores básicos	4	23,5%
		Diagramas de representación de actores generalizados	13	76,47%
	Identificar y definir los requisitos funcionales	Diagramas de casos de uso	13	76,47%
		Patrón para la definición de los requisitos funcionales	7	41,17%
	Identificar y definir los requisitos de interacción	Patrón para la definición de frases	3	17,64%
	Identificar y definir los requisitos no funcionales	Patrón para la definición de requisitos no funcionales	2	11,76%

Se observó la utilización de:

- Patrones de definición de objetivos: la mayoría (88%) de los alumnos utilizó esta técnica, la cual resulta especialmente útil para la comunicación con el usuario.

- Patrón para la definición de requisitos de almacenamiento de información: el 70,58 % de los alumnos lo utilizó, permitiendo la correcta definición de la estructura de la base de datos, que facilita la implementación.
- Diagramas de casos de uso y diagramas de representación de actores: 76,47 %

Las demás características proporcionadas por la herramienta no fueron aprovechadas.

En esta primera instancia de evaluación se pudo observar que la mayoría de los alumnos utilizó las características básicas de la herramienta.

Desde la percepción de los docentes de la asignatura el cumplimiento de la consigna no implicó mayor dificultad para los alumnos.

En la segunda etapa evaluativa, de acuerdo a los productos entregados y sus respectivas documentaciones generadas por la herramienta NDT-SUITE, se analizaron diferentes aspectos de la metodología:

- a) Tipos de requerimientos: la Tabla 3 muestra los tipos de requerimientos especificados en cada uno de los trabajos.

**Tabla 3.** Tipos de requerimientos especificados

Tipos de Requerimientos	Trabajos de los alumnos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Almacenamiento de datos	D	D	I	I	D	D	D	D	D	ND	D	D	D	D	D	ND	D
De actores	D	D	I	D	ND	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Funcionales	D	D	I	I	D	D	D	D	D	ND	D	D	D	D	D	D	D
De interacción	ND	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	D	ND	ND	ND	ND
No funcionales	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND	D	ND	D

D Definidos  
 ND No Definidos  
 I Incompletos

Se observa que la mayoría pudo definir los requerimientos de almacenamiento, de actores y los funcionales.

Muy pocos definieron los requerimientos de interacción, como así también, muy pocos especificaron los requerimientos no funcionales.

- b) Información adicional sobre el proyecto. En la Tabla 4 se muestran los distintos ítems de información adicional que fueron utilizados por los alumnos.

**Tabla 4.** Información adicional del proyecto.

Información adicional	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Participantes	D	D	D	D	D	D	D	D	D	ND	D	D	D	D	D	D	D
Control de Versiones	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-
Objetivos del proyecto	D	ND	D	D	D	D	ND	D	ND	ND	ND	D	D	D	D	D	D

De este punto de análisis se desprende que la mayoría de los alumnos pudieron definir los participantes involucrados en el desarrollo del proyecto, pero la mayoría no

registró los cambios en el Control de Versiones, aun cuando presentaron más de una versión del producto.

En cuanto a los Objetivos del proyecto, se observa que algunos alumnos tuvieron dificultades para definir los objetivos del proyecto.

c) Análisis de la especificación de los requerimientos en NDT. En la Tabla 5 se observan los distintos ítems analizados en las especificaciones

De los valores mostrados en la tabla 5, se desprende que no hubo dificultad en los alumnos en definir con claridad los objetivos de la aplicación web.

**Tabla 5.**Análisis de especificación de requerimientos en NDT

Casos	Claridad en la definición de los objetivos	Coherencia en la definición de los datos de almacenamiento	Complejidad en los casos de uso	Consistencia entre los términos utilizados en las diferentes descripciones	Consistencia con el problema (se documenta correctamente con el Caso de Uso)
1	B	MB	B	B	MB
2	MB	B	B	B	B
3	MB	MB	MB	MB	MB
4	MB	R	R	R	R
5	MB	MB	MB	MB	MB
6	B	MB	B	B	B
7	B	B	MB	MB	MB
8	MB	B	MB	MB	MB
9	MB	MB	MB	MB	MB
10	MB	B	R	B	B
11	B	MB	MB	MB	B
12	MB	MB	MB	MB	MB
13	B	MB	B	B	B
14	MB	MB	MB	MB	MB
15	B	B	MB	MB	B
16	MB	R	MB	MB	MB
17	MB	MB	MB	MB	MB

Completar los casos de uso no representó dificultades en las especificaciones, como tampoco se observó inconsistencias en documentarlos correctamente y en el uso de términos distintos a lo largo del trabajo. Los alumnos tienen muy presentes esos conceptos porque se encuentran cursando la asignatura Ingeniería de Software I.

En el análisis de los productos finales se pudo comprobar que, si bien algunos alumnos describieron requerimientos de datos que luego no utilizaron, o viceversa, la herramienta les sirvió para detectar esta situación.

### 3.3 Análisis de satisfacción de los alumnos

Para evaluar el grado de satisfacción de los alumnos respecto a la metodología de enseñanza, se diseñó un cuestionario on-line que se envió a los alumnos. Dado que el cursado ya había finalizado, solamente 7 alumnos aportaron sus opiniones, que se consideran ilustrativas de la situación.

Las cuestiones abordadas fueron las siguientes:

1. Simplicidad de la herramienta
2. Claridad de los distintos módulos de la herramienta

3. Utilidad del manual de usuario
4. ¿La herramienta facilitó el desarrollo de la aplicación?
5. Importancia de la documentación en el desarrollo de software
6. ¿La herramienta contribuyó a la documentación de la aplicación desarrollada?
7. ¿Volvería a utilizar la herramienta en el desarrollo de una nueva aplicación?

Los resultados se presentan gráficamente en las figuras 2 a 7.



Figura 2. Simplicidad de la herramienta



Figura 3. Claridad de los módulos



Figura 4. Utilidad del manual de usuario



Figura 5. Desarrollo de la aplicación

¿Considera que es importante la documentación en el desarrollo de Software?

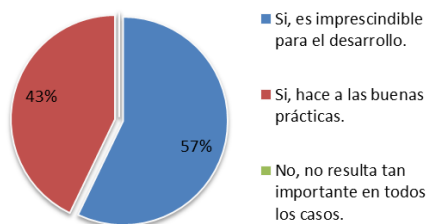


Figura 6. Importancia de la documentación

¿Considera que esta herramienta contribuyó a la documentación del Software?



Figura 7. Contribución a la herramienta a la documentación

En cuanto a la consulta de si volverían a utilizar la herramienta en el desarrollo de una nueva aplicación, la totalidad de los alumnos contestó en forma positiva.



Analizados los resultados obtenidos, se observa que en cuanto a la facilidad de uso de la herramienta y de la comprensión de los distintos módulos (Fig. 2 y 3), la valoración fue mayoritariamente entre 3 y 4 para una escala de 1 a 5, donde 1 es más difícil y 5 más fácil, lo que significa que la comprensión fue de una dificultad media,

En cuanto a la utilidad del manual de la herramienta (Fig. 4), el 43% dice que lo utilizó permanentemente, un 28% lo leyó pero no lo necesitó y un 29% opinó que el manual no era muy claro. Vinculado con la herramienta, se les consultó también si su utilización facilitó el desarrollo de la aplicación (Fig. 5), la mayoría (72%) contestó que sí, pero que no fue imprescindible su uso.

Respecto de la importancia de la documentación en el desarrollo y de si la herramienta NDT contribuyó a la documentación de la aplicación desarrollada (Fig. 6 y 7), mayoritariamente (57% en ambos casos), opinaron favorablemente.

De las respuestas de los alumnos se puede inferir que apreciaron la herramienta por su aporte a la documentación pero, en esta etapa formativa, no les resultó imprescindible. Esta devolución servirá para revisar las consignas dadas en esta estrategia de enseñanza, buscando una mayor integración del modelado de la aplicación, utilizando la herramienta NDT-Suite, y el desarrollo de la misma.

## 4 Conclusiones

Este trabajo presenta los resultados de una estrategia de enseñanza que incorpora la herramienta NDT-Suite para el desarrollo de aplicaciones web.

La aplicación de NDT a proyectos reales resultó enriquecedora. En este caso, ha sido especialmente interesante porque los alumnos comprobaron que siguiendo las buenas prácticas en el desarrollo de software proporcionadas por la herramienta NDT Suite se obtiene un producto de calidad.

Tanto de los trabajos realizados por los alumnos como de las opiniones de los mismos se desprende que son conscientes de la importancia de seguir una metodología de desarrollo de software para obtener un producto de calidad. La herramienta contribuyó a la valoración de la documentación en los proyectos de software.

Al ser una herramienta muy completa, los alumnos podrán seguir avanzando en la utilización de los demás componentes, como por ejemplo el NDT Quality, que comprueba criterios de calidad.

Como trabajos futuros, además de resaltar las futuras aplicaciones pero ya en otros perfiles del NDT-Suite, se pretende ampliar la estrategia incorporando la utilización de la herramienta en otras asignaturas vinculadas con la Ingeniería del Software.

## Referencias

1. Abrahão S.M., Poels G., Pastor O., "Evaluating a Functional Size Measurement Method for Web Applications: An Empirical Analysis", in Proceedings of Tenth International Software Metrics Symposium (METRICS'04), Chicago, Illinois, USA, pp. 358-369, 2004.
2. Pedrozo Petrazzini, Osmar G., Medina, Yanina, Dapozo, Gladys Noemí. "Análisis Comparativo de Metodologías Web". XIX Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Edición 2013. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia. Chaco. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/trabajando/com2013/exactas.php>

3. Escalona, M. J. and Koch, N. 2007. Metamodelling the requirements of Web systems. Lecture Notes in Business Information Process, vol. 1, Springer Verlag, 267–288.
4. Escalona, M.J., Mejías, M., Torres, J. “Methodologies to develop web information systems and comparative analysis”. UPGRADE.TVol. III, No. 3, Junio 2002.
5. NDT (Navigational Development Techniques). Metodología desarrollada por el Grupo de Investigación Ingeniería Web y Testing Temprano (IWT2). Universidad de Sevilla. Disponible en: <http://www.iwt2.org/web/opencms/IWT2/inicio/?locale=es>
6. Escalona, M.J., Torres, J., Mejías, M. (2002). “Requirements capture workflow in Global Information Systems”. Proceedings of OOIS. Springer-Verlag. Montpellier, France.
7. Escalona, M.J.,Gutierrez J.J., Ortega J.A., Aragón G., Pérez Pérez M., Ponce J., “NDT-Suite, una solución práctica para el uso de NDT”.
8. Escalona, M.J., Aragón. G.“NDT. A model-driven approach for web requirements”. IEEE Transaction on Software Engineering. Vol. 34. N°3. Mayo/junio 2008. IEEE Computer Society.