



Universidad Autónoma de Baja California
Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Doctorado en Ciencias Educativas

“Desarrollo y evaluación de lecciones en línea para la
enseñanza de Estadística basadas en el constructivismo y
objetos de aprendizaje”

TESIS

Que para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS EDUCATIVAS

Presenta

Javier Organista Sandoval

Ensenada Baja California México. Junio de 2007



Universidad Autónoma de Baja California
Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Doctorado en Ciencias Educativas

“Desarrollo y evaluación de lecciones en línea para la enseñanza de Estadística basadas en el constructivismo y objetos de aprendizaje”

TESIS

Que para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS EDUCATIVAS

Presenta

Javier Organista Sandoval

APROBADO POR:

Dr. Gilles Lavigne
Director de tesis

Dr. Jesús Francisco Galaz Fontes
Sinodal

Dr. Pierre Wilhelm
Sinodal

Dra. Graciela Cordero Arroyo
Sinodal

Dr. René Pinet Plasencia
Sinodal

Ensenada B.C. México. Junio de 2007

CONTENIDO

		Página
	<i>Agradecimientos</i>	<i>iii</i>
	<i>Contenido</i>	<i>iv</i>
	<i>Lista de tablas</i>	<i>vii</i>
	<i>Lista de figuras</i>	<i>x</i>
	<i>Resumen</i>	<i>xii</i>
1.	INTRODUCCIÓN	01
1.1.	Planteamiento del problema.....	03
1.2.	Objetivos	05
1.3.	Preguntas de investigación	07
1.4.	Justificación	08
1.5.	Organización del trabajo de tesis	11
2.	MARCO TEÓRICO	12
2.1.	Didáctica de la Estadística	12
2.2.	El constructivismo	18
2.2.1.	El constructivismo en el web	29
2.3.	Diseño instruccional apoyado con tecnología y OA	35
2.4.	Experiencias internacionales de aplicación de OA y estrategias constructivistas.....	40
2.5.	Experiencias nacionales y locales de aplicación de OA y estrategias constructivistas.....	44
3.	METODO	47
3.1.	Desarrollo de las lecciones de Estadística	47
3.1.1.	Análisis preliminar de componentes	48
3.1.2.	Selección y organización de contenidos	49
3.1.3.	Didáctica de la Estadística.....	53
3.1.4.	Diseño de las lecciones	54
3.1.5.	Implementación de las lecciones	58

3.1.6.	Descripción de las lecciones	62
3.1.7.	Validación de las lecciones	63
3.2.	Investigación pedagógica de la aplicación de las lecciones	64
3.2.1.	Evaluación pedagógica de la aplicación de las lecciones	64
3.2.2.	Opinión de los participantes	73
3.2.3.	Procedimiento	77
3.2.4.	Análisis de Resultados	80
4.	RESULTADOS	82
4.1.	Características generales de los participantes	82
4.2.	Opinión acerca de la tecnología y actitud hacia Estadística	90
4.2.1.	Actitud hacia Estadística	90
4.2.2.	Opinión acerca del uso de tecnología	95
4.3.	Aspectos pedagógicos	101
4.3.1.	Efecto de las lecciones sobre el aprendizaje	102
4.3.2.	Percepción general sobre el aprendizaje	104
4.3.3.	Enfoque tecno-pedagógico	107
4.3.4.	Estrategias constructivistas	109
4.4.	Diseño y aspectos técnicos de las lecciones	112
4.4.1.	Diseño de las lecciones	112
4.4.2.	Aspectos técnicos	115
4.4.3.	Comentarios finales acerca del diseño y aspectos técnicos de las lecciones ...	117
5.	DISCUSION	121
5.1.	Interpretación de los resultados	121
5.1.1.	Aportaciones	130
5.2.	Conclusiones	132
5.2.1.	A nivel general	132
5.2.2.	A nivel pedagógico	133
5.2.3.	A nivel de opiniones y actitud de los participantes	140
5.2.4.	A nivel práctico	144
5.2.5.	Balance final	152

5.3.	Limitaciones	156
5.4.	Recomendaciones	158
5.5.	Epílogo	160
	REFERENCIAS	162
	ANEXOS	174
A.1.	Descripción de la lección de la curva normal	175
A.2.	Descripción de la lección acerca de las hipótesis	182
A.3.	Descripción de la lección de las distribuciones Z y t-student	188
B.	Dimensiones y variables consideradas en las encuestas general y de opinión.	195
C.	Encuesta general	199
D.	Encuesta de opinión	208
E.1.	Guía para el grupo de discusión	216
E.2.	Guía para la entrevista a docentes	218
F.	Descripción del tríptico	221
G.	Tablas complementarias	224

LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1.1.	Preguntas consideradas en la presente investigación, en los niveles general, pedagógico, opiniones/actitudes y práctico.	07
2.1.	Descripción de los planteamientos teóricos de Piaget, Vigostky y Bruner considerados en la investigación.	28
3.1.	Temas de Estadística correspondientes al Análisis de diferencias.	49
3.2.	Desglose de temas estadísticos considerados en las lecciones.	50
3.3.	Secciones de las lecciones y tipo de organización de la información.	52
3.4.	Descripción de los universales utilizados en las lecciones.	56
3.5.	Orientación pedagógica considerada en cada universal.	57
3.6.	Estrategias utilizadas según las lecciones (L1, L2, L3) y grupo.	64
3.7.	Descripción de las dimensiones consideradas en la encuesta general.	71
3.8.	Descripción de las dimensiones consideradas en la encuesta de opinión.	75
3.9.	Aplicación de las lecciones para los grupos I y II.	79
3.10.	Aplicación de las lecciones para el grupo III.	79
4.1.	Cantidad de alumnos considerados en el pretest y posttest en cada grupo.	83
4.2.	Descriptivos básicos para la variable edad según su grupo y global.	83
4.3.	Características generales de los participantes según el género, estado civil, actividad laboral y tipo de bachillerato.	84
4.4.	Escolaridad de padre y madre de los participantes en cada grupo.	84
4.5.	Características académicas según el género, estado civil, actividad laboral y tipo de bachillerato del total de alumnos participantes.	86
4.6.	Desempeño medio en bachillerato y universidad según los grupos participantes.	86
4.7.	Comparaciones entre grupos según el desempeño en bachillerato y universidad.	86
4.8.	Correlaciones entre las variables: edad, género, horas de trabajo, escolaridad y	88

	desempeño académico.	
4.9.	Algunas características socioeconómicas de los participantes en cada grupo.	89
4.10.	Valores medios obtenidos a partir del acuerdo/desacuerdo manifestado por los alumnos hacia los enunciados utilizados para estimar la actitud hacia la Estadística durante el pretest y postest.	91
4.11.	Diferencias porcentuales por enunciado relativo a la actitud hacia la Estadística.	92
4.12.	Comparativo de los subgrupos que más (~25%) y menos (~25%) favorablemente opinaron hacia siete enunciados que fueron seleccionados de la encuesta de actitud relacionados con el agrado a Estadística.	94
4.13.	Opinión de los alumnos de los tres grupos acerca del enunciado sobre su definición ante la tecnología.	95
4.14.	Comparativo en el desempeño académico de los alumnos (avanzados/principiantes), agrupados (~25% en cada extremo) según su opinión ante la tecnología.	97
4.15.	Principales actividades realizadas por los alumnos con la computadora y la importancia otorgada a ellas según la opinión de alumnos.	97
4.16.	Opinión de los alumnos acerca de los enunciados relacionados con la tecnología en el proceso educativo.	99
4.17.	Contraste de medias de calificaciones en Estadística en pretest y postest, agrupando a los alumnos según su opinión en dos enunciados antagónicos acerca de la tecnología.	99
4.18.	Contraste de medias de calificaciones en Estadística en pretest y postest, agrupando a los alumnos según su opinión en dos enunciados que tratan sobre el agrado por la modalidad vía Internet para cursos.	100
4.19.	Descriptivos básicos asociados a las calificaciones obtenidas por los alumnos de los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ) en el tema de la curva normal.	103
4.20.	Descriptivos básicos asociados a las calificaciones obtenidas por los alumnos de los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ) en el tema de hipótesis.	103
4.21.	Descriptivos básicos asociados a las calificaciones obtenidas por los alumnos de los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ) en el tema de Z/t-student.	103
4.22.	Valores medios de la percepción general de los alumnos de cada grupo y global acerca de los enunciados relacionados con el aprendizaje en el pretest y postest.	105

4.23.	Prueba de contraste y diferencias porcentuales de la opinión de los alumnos acerca de los enunciados relacionados con la percepción general sobre su aprendizaje.	106
4.24.	Valores medios obtenidos a partir de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con los aspectos tecno-pedagógicos de las lecciones de Estadística.	108
4.25.	Descriptivos básicos (Media, Desviación estándar) e Importancia Relativa (I.R.) obtenidos de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con las estrategias utilizadas en las lecciones.	110
4.26.	Valores medios obtenidos de la opinión de los alumnos participantes acerca de los enunciados que abordan los aspectos técnicos de las lecciones.	113
4.27.	Valores medios obtenidos a partir de la opinión de los participantes de cada uno de los grupos, acerca de los enunciados relacionados con los aspectos técnicos de las lecciones.	116
5.1.	Características más relevantes de cada uno de los grupos participantes.	122

LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
2.1.	La visión de conocimiento y aprendizaje en el modelo de Hein (1994, citado en Hawkey, 2004).	20
3.1.	Principales componentes relacionados con la construcción de las lecciones de Estadística.	48
3.2.	Jerarquía de las lecciones y objetos de aprendizaje en un curso, según Mohan (2004).	50
3.3.	Ejemplo de objetos y sus posibles relaciones con un tema estadístico.	51
3.4.	Propuesta didáctica para la elaboración de las lecciones.	54
3.5.	Diseño instruccional de tres áreas sugerido para alojar las lecciones.	55
3.6.	Menú principal de la lección de la curva normal.	61
3.7.	Ejemplo de interacción.	62
3.8.	Foro de comunicación asíncrona.	62
3.9.	Ejemplo de problema.	62
3.10.	Factores de influencia hacia el aprendizaje en línea (O'Malley, 1999).	66
3.11.	Mapa metodológico de la investigación.	77
4.1.	Comparativo de la escolaridad de padres y madres en cada grupo.	85
4.2.	Comparativo del desempeño académico <i>versus</i> actividad laboral de los alumnos.	87
4.3.	Comparativo del desempeño académico <i>versus</i> género para cada grupo.	88
4.4.	Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos para los enunciados relacionados con la actitud hacia Estadística según los grupos participantes durante el pretest y postest.	93
4.5.	Ubicación por niveles tecnológicos (básico, medio y avanzado) para los alumnos de cada grupo, según su opinión a los enunciados relacionados con su definición ante la tecnología.	96
4.6.	Comparativo de las medias de calificaciones de los subgrupos con mayor actividad (ActMayor) <i>versus</i> los de menor actividad (ActMenor) según la	104

	lección y grupo.	
4.7.	Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con la percepción sobre el aprendizaje.	107
4.8.	Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con el enfoque tecno-pedagógico de cada una de las lecciones, según los grupos.	109
4.9.	Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos de la opinión de los participantes acerca de los enunciados relacionados con el diseño utilizado en las lecciones, según los grupos.	114
4.10.	Opinión de los participantes de cada uno de los grupos, acerca de los enunciados relacionados con los aspectos técnicos de las lecciones.	116

RESUMEN

Este estudio se ubica en el campo de la investigación y desarrollo (Charles, 1988), donde se recurre a un desarrollo instruccional centrado en implementar lecciones para la enseñanza en línea de la Estadística con base en un diseño instruccional que considera estrategias constructivistas y objetos de aprendizaje (OA). La parte de investigación se dirige al campo educativo, específicamente en evaluar el aprendizaje adquirido por los estudiantes, en conocer la opinión de los usuarios acerca del diseño de las lecciones y del uso de la tecnología.

El desarrollo instruccional consistió en elaborar tres lecciones de Estadística para su montaje en un sitio web, las cuales se impartieron en el tronco común de ciencias administrativas de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la UABC campus Ensenada. Se consideró la colaboración de 3 docentes en la selección, delimitación y extensión de los contenidos de las lecciones: i) La curva normal, ii) Hipótesis y iii) Contrastes Z y t-student. El desarrollo de las lecciones consideró un planteamiento pedagógico basado en tres estrategias constructivistas: la *interacción* continua y progresiva entre el sujeto y el objeto, la *comunicación* y la *resolución de problemas*.

Por la parte del diseño instruccional, además de las tres estrategias constructivistas antes mencionadas, se incorporaron OA que se articularon para dar forma a dichos materiales educativos. La interfaz de cada lección incluyó tres áreas: i) navegación, ii) presentación de la información y iii) modelo instruccional. Dada la complejidad de los requerimientos técnicos, fue necesario utilizar una plataforma robusta para la administración de la información en el web y que proporcionara herramientas de comunicación y de seguimiento (*tracking*) de la actividad de los usuarios. Por ello, se seleccionó el ambiente de gestión para cursos en línea de código abierto MOODLE versión 1.4.1, especialmente por el marco educativo constructivista que ofrece, así como por la capacidad de incorporar OA.

La parte de la investigación pedagógica consistió en estimar el aprendizaje adquirido por los alumnos participantes con las lecciones de Estadística. Se consideró un enfoque metodológico descriptivo-exploratorio, con un diseño *pretest-postest* para tres grupos de alumnos. Para el primero y segundo grupo se aplicaron las tres lecciones, cada una con estrategia didáctica

diferente. En el tercer grupo, solo se aplicó la lección de la curva normal. La intervención educativa se realizó durante el primer semestre de 2006 en las instalaciones de la Unidad Universitaria de Ensenada. Los participantes tenían como requisito académico cursar la materia de Estadística. El primer grupo estuvo conformado de 41 alumnos, el segundo de 24 y el tercero de 27.

Los instrumentos utilizados al inicio de la intervención fueron: i) *lecciones de Estadística*, ii) *exámenes y reactivos en línea*, incluidos al final de cada lección, iii) *encuesta de datos generales* y iv) *archivos de registro (tracking) del sistema*, generados por la plataforma Moodle. Para conocer la opinión de los participantes sobre las lecciones, al final de la intervención se utilizaron los siguientes instrumentos: v) *encuesta de opinión*, dirigida a recopilar información acerca de aspectos pedagógicos asociados con el uso de tecnología, del diseño utilizado y aspectos técnicos; la vi) *guía de la entrevista* para los docentes y finalmente, la vi) *guía para el grupo de discusión*, dirigida a ocho alumnos de cada grupo participante.

Los principales resultados encontrados se muestran a continuación:

- Con relación a las **características de los participantes**, su edad típica fue de 22 años. Respecto al género, la proporción hombres/mujeres se acercó al equilibrio en el grupo II; en el grupo I se tuvo un porcentaje mayor (68%) de mujeres, mientras que en el grupo III el porcentaje mayor le correspondió a los hombres (72%). Para la actividad laboral, el 80% de los alumnos de los grupos II y III tuvieron algún tipo de trabajo, mientras que para el grupo I solo el 38% de los alumnos laboraba. El promedio en bachillerato y UABC fue menor en el grupo II comparado con los grupos I y III (8.23 vs. 8.30 y 8.55) respectivamente. Llama la atención el elevado porcentaje (85%) de los alumnos que tienen computadora en su casa.
- Respecto a la **tecnología**, el mayor porcentaje de los alumnos (60%-70%) se ubicó en un nivel medio de conocimiento tecnológico. La postura de los alumnos acerca de la tecnología en educación fue la siguiente, el 55% de los alumnos del grupo I consideró que la tecnología es fundamental para lograr un aprendizaje, mientras que para el grupo II dicho porcentaje alcanzó la cifra de 82% y 65% para el grupo III. Así, el grupo I prefiere un uso moderado de la tecnología en los cursos, mientras que los grupos II y III le apuestan a un uso de moderado a

amplio. Por su parte, los docentes mostraron, con cierta cautela, interés hacia el uso de la tecnología en educación.

- Con relación a la **actitud hacia la Estadística**, los alumnos del grupo I mostraron una actitud moderadamente desfavorable, a diferencia de los alumnos de los grupos II y III quienes mostraron una actitud positiva. Por su parte, los tres docentes participantes también mostraron una actitud positiva hacia dicha ciencia.
- Respecto a los **aspectos pedagógicos**, las lecciones tuvieron un efecto favorable sobre el aprendizaje de los alumnos, especialmente para quienes tuvieron mayor actividad en el sitio web de las lecciones. La percepción general que los alumnos tienen sobre su aprendizaje prácticamente permanece sin cambios. El único enunciado que mostró una diferencia (negativa) significativa fue *El instructor debe ser la principal vía para resolver mis dudas*, lo cual sugiere una menor dependencia del docente para aclarar las dudas.
- En lo general, las lecciones fueron bien evaluadas. Los alumnos del grupo II evaluaron a las lecciones mejor que sus compañeros del grupo I. Los enunciados mejor evaluados refieren a la innovación tecnológica, al tiempo de respuesta para aclarar dudas y lo adecuado de las herramientas incluidas. Con relación a las estrategias utilizadas, las tres fueron consideradas importantes y de alguna manera, difícil de separar. Los alumnos consideraron que la interacción, la comunicación y la resolución de problemas se complementan. Sin embargo, señalaron una preferencia por la resolución de problemas como estrategia para aprender Estadística.
- Con relación al **diseño** de las lecciones, los alumnos opinaron que fue bueno, señalando adjetivos como eficiente, bien organizado, adecuado uso de medios y buen nivel de ayuda. Respecto a los problemas que se presentaron, se tuvo un buen balance. Los comentarios finales de docentes y alumnos fueron para sugerir que se continúe la aplicación de las lecciones y que se promueva este tipo de aplicaciones en otras materias.

A manera de conclusión, se puede mencionar que se logró desarrollar una didáctica en Estadística que considerara el uso del recurso tecnológico que ofrece Internet y que incorporara estrategias

constructivistas bajo un diseño instruccional apoyado en el uso de OA. Articular estos elementos en una propuesta didáctica innovadora para Estadística implicó un análisis profundo de tales componentes para conformar un ambiente propicio para el aprendizaje de los alumnos. De manera general, las lecciones de Estadística fueron aceptadas favorablemente. Los alumnos y docentes participantes coincidieron en señalar sus bondades para apoyar el proceso educativo en general.

Una aportación que se derivó de la presente investigación fue haber explorado la utilización de herramientas para el seguimiento de la actividad en el web por parte del usuario (*tracking*) y su posible relación con variables tales como: el desempeño del alumno en la materia, promedio de calificaciones en la UABC, actitud hacia la Estadística, opinión acerca de la tecnología, entre otras. El resultado obtenido de la utilización del *tracking*, mostró el potencial de su uso en aplicaciones educativas vía Internet al aportar evidencias para evaluar de mejor manera el desarrollo de la actividad de los participantes.

El uso de las lecciones en un ambiente universitario mostró sus bondades académicas al permitir apoyar a un importante sector estudiantil universitario que actualmente tiene una actividad laboral parcial o total o con algún compromiso de pareja. Fueron precisamente estos alumnos quienes mejor actitud mostraron hacia la Estadística y su opinión respecto al uso de la tecnología en el proceso educativo fue favorable.

En el contexto de nuestra universidad, los hallazgos de la presente investigación muestran la factibilidad y pertinencia de innovar los procesos educativos mediante la incorporación de herramientas tecnológicas del web. Sin embargo, se percibe una subutilización del recurso de Internet en la comunidad universitaria. Para que nuestra universidad no quede rezagada tecnológicamente, se requiere de una visión compartida, donde la comunidad universitaria esté comprometida con la innovación y se fomenten los desarrollos educativos con apoyo de tecnología digital.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Simonson, Smaldino, Albright y Zvacek (2003), en las dos últimas décadas la sociedad ha experimentado el más grande desarrollo en las llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Por tal motivo, autores como Castells (2000) ya denominan a nuestra sociedad actual como la sociedad basada en la información. Llama la atención la notable expansión que ha tenido la red mundial conocida como Internet, la cual representa una comunidad de 1043 millones de usuarios¹, a quienes se les puede entregar contenidos educativos bajo diferentes medios y lograr aprendizajes de calidad.

Con relación al desarrollo de las TIC se identifican dos vertientes. Por un lado, la tecnología de la telecomunicación, que se ha dirigido a mejorar los equipos de comunicación y a incrementar la velocidad y capacidad de los medios, de tal forma que bajo la red Internet, y especialmente con Internet 2², ya es posible el manejo de sistemas sincrónicos para la transmisión y recepción en formato digital de video y audio, de sistemas de telefonía y de música, por mencionar algunos ejemplos (Roblyer y Edwards, 2000). Por otro lado, la tecnología de la información, que ha propuesto alternativas para el manejo de grandes bancos de información, en facilitar su acceso y recuperación y especialmente, en mecanismos para organizar la información misma. Especial importancia cobra esta última estrategia de organización de la información para el desarrollo de los sistemas educativos vía Internet.

En el área educativa, la incorporación de las TIC ha propiciado un replanteamiento de los métodos de enseñanza y de aprendizaje. En gran medida, por la posibilidad que ahora se tiene de incorporar un nuevo medio de comunicación (Internet), grandes recursos informáticos y nuevas formas de interactuar y de comunicar, entre otras capacidades. Como un efecto de la inserción de la tecnología de Internet en el proceso educativo, han surgido nuevas propuestas teóricas educativas, nuevos diseños instruccionales y en general, nuevos sistemas de administración instruccional y de aprendizaje³.

¹ Fuente: Nielsen//NetRatings (<http://www.nielsen-netratings.com/>). Actualización al 30 de junio de 2006.

² En México, el organismo que maneja el proyecto de la red Internet 2 es la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, A. C. (CUDI) establecida en abril de 1999. Su sitio Internet es: <http://www.cudi.edu.mx/>

³ *Learning management systems*

En este contexto, una de las ciencias que mayormente se ha visto beneficiada con el desarrollo de los sistemas de información y de comunicación es Estadística, especialmente en sus estrategias de enseñanza. La didáctica de la llamada 'ciencia de los datos'⁴, como se le conoce a Estadística, se ha apoyado en gran cantidad de recursos informáticos y estrategias, entre las que se pueden mencionar la simulación, la interacción con objetos y el acceso a bancos de datos.

Desde una perspectiva teórica, la didáctica de la Estadística ha recurrido a ciertos planteamientos constructivistas, entre los que destacan la interacción con objetos como estrategia para la construcción de conocimiento, el aprendizaje con énfasis en la resolución de problemas y la comunicación como base para el aprendizaje en un contexto social. Así, la idea es disponer de una didáctica integral que incorpore recursos informáticos vía Internet y estrategias constructivistas para facilitar el aprendizaje de dicha ciencia. En este sentido, Rossman (2005) señala que la Estadística debe enseñarse mediante la utilización de datos reales y centrarse en el análisis e interpretación de dichos datos. Para dicho autor, la pedagogía ideal para la Estadística debe basarse en el constructivismo y en el aprendizaje activo.

Por otro lado, en los últimos cinco años ha surgido una tendencia en el campo de la tecnología educativa relacionada con el desarrollo e incorporación de entidades de información denominadas Objetos de Aprendizaje (OA). Los OA son considerados cuerpos de información, modulares, independientes y completos. En muchos casos, son vistos como una estrategia de innovación educativa. Una de las definiciones más difundidas, es la propuesta por Wiley (2001), quien puntualiza que un OA es cualquier recurso digital que puede ser reutilizado como soporte para el aprendizaje; por su parte, Merrill (2002) señala que un OA es un objeto mediático -conjunto de bits de texto, gráficos, video o audio- al cual se le integra una estrategia instruccional con el propósito de lograr módulos pequeños de aprendizaje.

Considerando las reflexiones antes expuestas, la presente investigación doctoral se ubica en el campo de la investigación y desarrollo (Charles, 1988), donde se recurre a un desarrollo instruccional centrado en implementar lecciones para la enseñanza en línea de la Estadística, que

⁴ En la literatura revisada, a la Estadística se le menciona indistintamente como ciencia o rama de la Matemática.

considera estrategias constructivistas y OA. La parte de investigación se ubica en el campo educativo, específicamente en evaluar el aprendizaje adquirido por los estudiantes ante la innovación educativa mencionada, en conocer la opinión de los usuarios acerca del diseño instruccional con base en el constructivismo y OA que se utilizó en las lecciones, y en evaluar y documentar la experiencia desde una perspectiva general.

1.1. Planteamiento del problema

Los cambios tecnológicos de los últimos años han impactado a prácticamente todas las áreas del saber. Sin embargo, no obstante que se dispone de una amplia gama de herramientas y programas, fuentes de información, sitios de Internet y, en general, acceso a grandes bancos de información, la enseñanza de Estadística se maneja generalmente bajo enfoques convencionales.

Por otro lado, el uso y apoyo de las TIC en los procesos educativos, han influido para revisar aquellos enfoques epistemológicos que pudieran ser útiles para las aplicaciones educativas a distancia. Así, el enfoque constructivista aplicado al web, ha tenido auge en países como Estados Unidos, Canadá, Australia y Francia. Sin embargo, en México son escasas las aplicaciones educativas a distancia que incorporan actividades diseñadas bajo este enfoque, en gran medida, por la dificultad que implica llevar a la práctica consideraciones que se ubican en el plano teórico (Organista y Lavigne, 2006).

El enorme crecimiento de las aplicaciones educativas en el web, la repetición de materiales educativos y la necesidad de estandarizar los mismos, han propiciado el surgimiento de una tendencia tecnológica de organización de la información con OA. La idea tras los OA es estandarizarlos y reutilizarlos para disminuir los costos de producción y eficientizar la regeneración de materiales educativos. El desarrollo de OA, de acuerdo con Boyle (2003), Hamel y Ryan-Jones (2002) y Murphy (2004), conlleva revisar el enfoque didáctico por utilizar, la delimitación de contenido, la autonomía pedagógica del objeto y el manejo contextual, entre otros aspectos que son necesarios estudiar.

La organización de la información con OA es una tendencia que cada vez cobra mayor auge en países desarrollados. En México la investigación con OA se ubica principalmente en grandes universidades como la Universidad Nacional Autónoma de México (Martínez-Peniche, Castañeda y Enríquez, 2004) y la Universidad de Guadalajara (Chan, 2002b). A la fecha, en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) no se tiene referencia de algún OA generado. Esto último pone en evidencia la necesidad de explorar de manera formal lo que implica el desarrollo e implementación de cursos basados sobre estructuras de diseño con OA considerando las condiciones e infraestructura de la UABC.

Es conveniente puntualizar que el constructivismo aplicado al web y la organización de información en OA, han probado sus bondades y utilidades en el desarrollo de materiales educativos generados en países con un alto desarrollo en sistemas educativos a distancia (Leflore, 2000; Moore y Anderson, 2003). Sin embargo, es conveniente explorar el efecto que tiene la implementación de aplicaciones educativas bajo este enfoque en el ambiente universitario local. Se presume que puede mejorar el aprendizaje, pero a la fecha no se dispone de mayor información al respecto.

Con base en lo anterior, en la presente tesis doctoral se evalúa, desde una perspectiva pedagógica y técnica a las lecciones de Estadística durante su aplicación en un ambiente universitario local. Para ello, primeramente se propone una didáctica innovadora en Estadística para desarrollar lecciones en línea considerando un diseño instruccional basado en estrategias constructivistas y OA.

De las principales interrogantes que se pretenden dar respuesta en el presente estudio, destacan las siguientes: *¿Es posible mejorar la enseñanza y aprendizaje de la Estadística a partir de lecciones basadas en el constructivismo y objetos de aprendizaje? ¿Cómo pueden aplicarse las estrategias constructivistas para la enseñanza en línea de Estadística? ¿Qué implica desarrollar materiales educativos en línea con un enfoque de diseño instruccional basado en OA?*

1.2. Objetivos

- Desarrollar y evaluar pedagógicamente lecciones para la enseñanza en línea de Estadística en el nivel superior, considerando tres estrategias constructivistas y un diseño instruccional basado en OA.
- Analizar la opinión de los participantes (alumnos y maestros) acerca de las lecciones de Estadística en línea, así como documentar la experiencia de la innovación aquí propuesta.

1.2.1. Objetivos específicos

- i) Precisar una didáctica aplicada basada en tres estrategias constructivistas (interacción, comunicación y resolución de problemas) para el aprendizaje de la Estadística en línea.
- ii) Desarrollar un conjunto de OA de apoyo para la enseñanza de la Estadística en línea.
- iii) Desarrollar tres lecciones de Estadística en línea considerando un diseño instruccional con base en las estrategias constructivistas antes mencionadas y los OA desarrollados.
- iv) Evaluar los efectos, desde una perspectiva educativa, de la aplicación de las lecciones de Estadística en línea en un ambiente natural universitario. Tal evaluación implica concebir, elaborar y utilizar distintos instrumentos (cuestionarios, guía de entrevista y de grupo de discusión) para obtener datos y opiniones de los participantes.
- v) Examinar la actividad realizada por los participantes (*tracking*) con las lecciones de Estadística en línea y su posible utilidad para el logro de la actividad de aprendizaje.

- vi) Evaluar desde una perspectiva técnica, el diseño modular basado en OA de las lecciones de Estadística en línea, con énfasis en el funcionamiento de las lecciones considerando la efectividad de los hipervínculos, la facilidad de navegación y el tipo de ayuda brindada.

- vii) Analizar la opinión de estudiantes y maestros acerca de las lecciones de Estadística y del uso de la tecnología en el proceso educativo.

- viii) Documentar la experiencia innovadora, desde la perspectiva de los participantes (alumnos, maestros e investigador), de la implementación de las lecciones de Estadística en línea en los niveles didáctico, pedagógico y tecnológico.

1.3. Preguntas de investigación

Con el propósito de disponer de mayor información contextual y de guiar la investigación aquí realizada, se especificaron las siguientes preguntas de investigación (ver Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Preguntas consideradas en la presente investigación, en los niveles general, pedagógico, opiniones/actitudes y práctico.

PREGUNTAS DE INVESTIGACION
<i>Nivel general</i>
¿Cuál es el efecto de una innovación educativa (lecciones de Estadística en línea desarrolladas con base en el constructivismo y que usa OA) sobre el aprendizaje de los estudiantes participantes?
<i>Nivel pedagógico</i>
¿Es posible mejorar la enseñanza de Estadística a partir de lecciones basadas en el constructivismo y OA?
¿Cómo puede conformarse un ambiente constructivista para la enseñanza en línea de Estadística de modo que promueva el aprendizaje?
¿Es adecuada la didáctica constructivista para la enseñanza en línea de la Estadística?
<i>Nivel de las opiniones y actitudes de los participantes</i>
¿Cuál es la actitud de los estudiantes hacia la Estadística antes y después de la aplicación de las lecciones en línea?
¿Cuál es la opinión de los participantes (alumnos y maestros) acerca del uso de la tecnología en el proceso educativo?
¿Qué opinan los participantes del diseño utilizado en las lecciones de Estadística en línea?
¿Cuáles son las principales recomendaciones que dan los participantes acerca de este tipo de innovación educativa?
<i>Nivel práctico</i>
¿Qué implica desarrollar materiales educativos en línea considerando un diseño instruccional basado en OA?
¿Qué implica el uso y reuso de OA en el desarrollo de materiales educativos en línea?
¿Aporta el registro de actividad en el sitio web (<i>tracking</i>) información acerca del desempeño académico del alumno?
¿Cuáles son las ventajas y desventajas de usar OA en materiales en línea?
¿Cuáles fueron los principales problemas (pedagógicos y técnicos) que se presentaron?

1.4. Justificación

En este apartado, se incluye una descripción de la importancia de desarrollar las lecciones de Estadística con un enfoque constructivista y un diseño instruccional basado en OA. La información se presenta primeramente desde una perspectiva teórica, posteriormente se incluyen señalamientos acerca de la importancia de organizar la información en OA y finalmente se abordan aspectos didácticos asociados con este tipo de desarrollos.

Desde una perspectiva teórica, un punto de partida es la concepción misma del constructivismo como enfoque epistemológico. Dicho enfoque pretende dar una visión de cómo un sujeto a lo largo de su historia personal y de acuerdo a su conocimiento previo, sus experiencias y su sensibilidad, va desarrollando su intelecto y va conformando sus conocimientos (Carretero, 1994). Sin embargo, las aportaciones teóricas no especifican, desde una perspectiva práctica, qué procedimientos o instrucciones son óptimos para lograr que la apropiación del conocimiento ocurra de la mejor manera.

El constructivismo considera al aprendizaje como un proceso de construcción individual, significativo, a largo plazo (Cerezo, 2005). Es un paradigma que rompe con las bases de la educación tradicional: estudiantes receptores pasivos y un docente que recita lo que sus alumnos deben aprender (Stojanovic, 2002). A partir de la visión constructivista del aprendizaje es necesario proporcionarle al individuo un entorno que le permita interactuar e impulsar su iniciativa propia hacia el aprendizaje, de tal forma que se propicie que él mismo construya su conocimiento.

Dentro del propio constructivismo, existen aportaciones teóricas, o posturas que pretenden explicar cual es la vía más adecuada para propiciar el aprendizaje. Entre las que destacan, se encuentran: i) la interacción del sujeto con determinados objetos, ii) el aprendizaje en comunidad y iii) la resolución de problemas en un contexto real. Estas contribuciones teóricas pueden llevarse a la práctica (aplicaciones educativas en línea), en gran medida por el potencial didáctico que ofrece Internet al disponer de una gran cantidad de recursos y uso de medios, que propician una mejor adquisición del conocimiento en Estadística y en general, hacia cualquier área de las ciencias.

En fecha reciente se ha observado una tendencia a organizar la información de tipo educativa en entidades autónomas, llamadas OA. En gran medida, por la gran producción de información que se deriva del notable desarrollo en las áreas informacionales y de telecomunicaciones, lo que ha permitido la generación de gran cantidad de herramientas y sitios de Internet para facilitar la enseñanza de Estadística, destacando los programas interactivos, simuladores, gráficas con animación, segmentos audiovisuales, entre otros.

Una de las ideas principales detrás del uso de los OA es desarrollar piezas más pequeñas de instrucción que puedan ser compartidas y reutilizadas en diferentes contextos y que además se puedan combinar para construir bloques de instrucción mayores (Chan, 2002a). No obstante la capacidad de concebir actividades de aprendizaje distintas, la construcción y la reutilización asociada a los OA son problemáticas. Indudablemente, el desarrollo de contenido educativo redundante tiene implicaciones de costo y tiempo que en un mercado competitivo es necesario disminuir. Por otra parte, compartir cursos completos es difícil e ineficiente debido a que las necesidades y objetivos de aprendizaje son específicos de cada persona o institución.

Un enfoque más prometedor de investigación, desde la perspectiva del autor de la presente tesis, es trabajar sobre un diseño instruccional y para un contexto específico, inspirado por la organización modular de información educativa a un nivel de "granulo".

Como se mencionó al inicio de este apartado, en México son pocas las investigaciones formales que, desde una perspectiva educativa, exploran el efecto que tiene la inserción de OA en la enseñanza de la ciencia de los datos. Esto denota la importancia de realizar un estudio formal de investigación acerca del uso de una didáctica innovadora en Estadística con apoyo de OA. La posibilidad de organizar la información con OA permitirá incursionar hacia nuevos métodos de diseños instruccionales comparativos a un nivel granular, actividad por actividad, y de investigar sobre el uso de la técnica del *tracking* en el seguimiento de las actividades de aprendizaje.

Desde una perspectiva didáctica, es conveniente puntualizar la necesidad de transitar hacia una innovación integral de la enseñanza de la Estadística. Es decir, que recurra a las aportaciones

teóricas principales del constructivismo durante el desarrollo de los materiales educativos y a la vez, que considere aspectos informáticos acerca de cómo se va a presentar y organizar la información.

De acuerdo con Batanero (2004), la llamada ciencia de los datos, cobra especial relevancia en el siglo XXI por su aplicabilidad en el campo profesional, social e institucional. La gran cantidad de información que el mundo moderno genera, requiere de profesionistas, docentes y estudiantes con una capacidad integral para analizar e interpretar bancos de información, es decir, con un conocimiento amplio y actualizado en Estadística. Esto sugiere la necesidad de disponer de una didáctica innovadora en Estadística que sepa aprovechar las TIC.

Por otra parte, la Estadística como ciencia experimenta cambios progresivos tanto en su contenido como del punto de vista de las demandas de formación. Esto implica una dificultad adicional de enseñar un tema en continuo cambio y crecimiento. Aquí es conveniente rescatar lo que puntualiza Batanero (2004) acerca de la necesidad de realizar investigaciones formales para conocer cuáles son las principales dificultades que tienen los alumnos y los maestros al aplicar una didáctica innovadora de la Estadística, que nos permita comprender la naturaleza compleja de dicha didáctica.

Indudablemente, el desarrollo asociado a la presente investigación doctoral, mediante la aplicación de estrategias constructivistas y un diseño instruccional basado en OA, presenta una visión innovadora del proceso educativo, que recurre a una propuesta integral que se apoya en aspectos teóricos del constructivismo y en el uso de la tecnología de Internet. Directamente los docentes y estudiantes que requieren impartir o acreditar algún curso de Estadística serán los beneficiados de esta innovación didáctica al utilizar las lecciones aquí desarrolladas, a la vez que se propicia el intercambio de información entre los propios docentes.

Actualmente existe gran cantidad de información, en países como Canadá, USA y Australia, concerniente al desarrollo e impacto de materiales educativos en línea (cursos, lecciones, módulos, etc.) utilizando OA y bancos de objetos (*learning objects repositories*). Sin embargo, en nuestra universidad, no se disponen de investigaciones formales que desde una perspectiva

educativa exploren el efecto de las actividades de aprendizaje desarrolladas con OA para la enseñanza de la ciencia de los datos. Esto denota la importancia de realizar un estudio formal de investigación acerca de la concepción y uso de una didáctica innovadora en Estadística con apoyo de OA.

1.5. Organización del trabajo de tesis

La organización de la presente tesis doctoral se presenta de la siguiente manera. En el **capítulo 1, de la Introducción**, se incluye una breve descripción de: la temática de investigación, el planteamiento del problema, los objetivos, las preguntas de investigación y la justificación. En el **capítulo 2, del Marco teórico**, se hace una revisión de la literatura acerca de la didáctica de la Estadística, del constructivismo, del diseño instruccional apoyado con tecnología y OA, y un recuento de las principales experiencias en esta temática a nivel internacional, nacional y local. El **capítulo 3, del Método**, se organiza en dos secciones. La primera describe el desarrollo de las lecciones de Estadística con la innovación didáctica constructivista y la organización de la información en OA. La segunda sección trata de la aplicación en un ambiente natural universitario de las lecciones. Aquí se incluye la parte relacionada con la investigación educativa asociada con la aplicación de dichas lecciones. El **capítulo 4, de los Resultados**, presenta los resultados relacionados con las características generales de los participantes, opiniones acerca del uso de la tecnología y actitud hacia Estadística, efectos de las lecciones de Estadística sobre el aprendizaje, de las estrategias constructivistas utilizadas y de la evaluación de las lecciones en cuanto a su diseño y funcionalidad. Por último, en el **capítulo 5, de la Discusión**, se analizan y discuten los principales hallazgos de esta investigación en el contexto de la literatura revisada, se responden las preguntas de investigación y se reflexiona sobre el cumplimiento de los objetivos, se muestran las principales limitaciones de la investigación y se incluyen recomendaciones para futuras investigaciones derivadas a partir de los resultados encontrados, problemas que surgieron y decisiones metodológicas tomadas en la presente investigación.

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo se organiza en cuatro grandes secciones: se inicia con algunas consideraciones acerca de la **Didáctica de la Estadística** desde una postura que incluye el uso de las nuevas tecnologías. Posteriormente se presenta una descripción del **Constructivismo**, con énfasis en aportaciones específicas de tres teóricos: Piaget, Vigotsky y Bruner. Se incluye en este apartado, una visión de cómo aplicar en el web las estrategias de corte constructivista. Se prosigue con una introducción a los conceptos de **Diseño instruccional apoyado con tecnología y OA** en línea. Finalmente, se muestra una descripción de las principales **Experiencias internacionales, nacionales y locales** relacionadas con el uso de estrategias constructivistas para la enseñanza y la incorporación de OA.

2.1. Didáctica de la Estadística

De acuerdo con Batanero (2004), la llamada ciencia de los datos, como se le conoce a la Estadística, cobra especial relevancia en el siglo XXI por su aplicabilidad en el campo profesional, social e institucional. La gran cantidad de información que el mundo moderno genera, requiere de profesionistas, docentes y estudiantes con una capacidad integral para analizar e interpretar grandes bancos de información. Es interesante observar como nuestra sociedad, a la que Castells (2000) llama la sociedad basada en la información o sociedad-red, se apoya cada vez más en la Estadística.

En este contexto, se reconoce a la Estadística como una ciencia en continuo cambio y expansión, influenciada en gran medida por los cambios tecnológicos de los últimos años, que necesita estar abierta a las nuevas corrientes en el campo de la tecnología computacional, tales como los métodos de simulación, la Estadística espacial, los procesos estocásticos y la minería de datos, entre otras. Para Batanero (2004), la práctica estadística del futuro estará ligada a las TIC, de tal modo que los estudiantes deberán desarrollar la capacidad de manejo e integración de bases de datos, así como usar estas tecnologías para la explotación y difusión de sus resultados. Estas nuevas tendencias necesitan ser difundidas y serán pronto objeto generalizado de enseñanza.

Indudablemente, como señala Batanero (2003), es necesaria mucha investigación y reflexión alrededor del concepto de Educación Estadística, especialmente lo relacionado con la renovación de los métodos de enseñanza. Un dato relevante que llama la atención respecto a la enseñanza de la Estadística, es su incorporación de forma generalizada en escuelas, institutos y diferentes carreras universitarias de muchas partes del mundo, debido a su carácter instrumental para otras disciplinas y a su importancia en una sociedad caracterizada por el manejo masivo de información.

Según Begg (1997), la Estadística es un buen vehículo para alcanzar las capacidades de comunicación, tratamiento de la información, resolución de problemas, uso de ordenadores, trabajo cooperativo y en grupo, a las que hoy se da gran importancia. Además, las múltiples aplicaciones y herramientas estadísticas que actualmente se disponen, les permite a los estudiantes la oportunidad de aplicar la Estadística para resolver problemas reales. En el mismo sentido, Cox (1997) menciona el aumento notable del uso de ideas estadísticas en diferentes disciplinas, que se observa en las revistas científicas y en la creciente implicación de los estadísticos en los equipos de trabajo interdisciplinario.

De acuerdo a Ottaviani (1998), a nivel internacional la UNESCO implementa políticas de desarrollo económico y cultural para todas las naciones, que incluyen no solo la alfabetización básica, sino la numérica. Por ello, los estadísticos sienten la necesidad de difundir la Estadística, no solo como una técnica para tratar los datos cuantitativos, sino como una cultura, en términos de capacidad para comprender la abstracción lógica de las relaciones analíticas utilizadas, que a su vez, hacen posible el estudio cuantitativo de los fenómenos colectivos.

Con base en los comentarios y aportaciones de los autores que anteriormente se han presentado, es conveniente recuperar algunas reflexiones que permitan precisar una didáctica para la enseñanza de la Estadística que considere la influencia creciente de las TIC, especialmente del desarrollo de la tecnología de Internet. Un punto de partida es la definición misma de didáctica¹, la

¹ Término que proviene del vocablo griego *didaktiké*, de *didásko*, enseñar (Diccionario de las Ciencias de la Educación, Santillana). El abordaje teórico, con reflexiones filosóficas acerca de la Didáctica, se remontan hasta el siglo XVII, con la obra de Juan Amós Comenio intitulada *Didáctica Magna*, donde sostiene que "todos deben conocer el fundamento, la razón y la finalidad de todas las cosas principales, naturales y artificiales, pues quien viene al mundo viene no sólo para ser espectador, sino también actor" (Abbagnano y Visalberghi, 1995, p. 305). El mismo autor en *Orbis sensualium Pictus*, da respuesta a algunas de las críticas que los educadores de su época planteaban. Esta última obra, constituye un valioso testimonio respecto al establecimiento del campo de las teorías pedagógicas.

cual es vista como ciencia, arte o técnica que proporciona una serie de estrategias educativas y recursos técnicos para dirigir y propiciar el aprendizaje.

En años recientes, se ha puesto de manifiesto el interés de la comunidad académica internacional por abordar la enseñanza de Estadística. En este sentido, el *International Statistical Institute* (ISI)² fundado en 1885, con sede en Los Países Bajos (Netherlands) Europa, sostiene que la Educación Estadística es un importante foco de interés. Por ello, en 1948, el ISI estableció el Comité de Educación. Dicho comité está encargado de promover la formación estadística a nivel internacional, colaborando para este fin con la UNESCO y otros organismos internacionales, y marcando el comienzo de un programa sistemático de apoyo a la educación.

Por su parte, la *International Association for Statistical Education* (IASE)³, sección del ISI, creada en 1991 con el fin específico de mejorar la educación y la cultura Estadística a nivel internacional, ha logrado asociar alrededor de 500 miembros interesados en: la enseñanza de la Estadística en cualquiera de los niveles educativos, el desarrollo de software estadístico, la preparación de expertos para las unidades estadísticas del gobierno y la elaboración de materiales didácticos, entre otros (Batanero, 2003).

Con base en lo anterior, queda claro la necesidad de disponer de una Educación Estadística, sustentada sobre una base didáctica innovadora que apoye a los profesionistas e investigadores en diversas ciencias, no solo para poder valorar y tomar decisiones sobre los diseños de investigación, sino para poder leer la literatura científica de su especialidad y para poder comunicarse tanto con los estadísticos profesionales, a propósito del análisis de sus datos, como con el público en general. En este sentido, un comentario apropiado lo expresa Batanero (2001) quien puntualiza la necesidad de que la enseñanza de la Estadística esté mayormente centrada en los datos, en su manipulación e interpretación y de alguna manera, que las cuestiones matemáticas se aborden solo para apoyar la parte conceptual de la Estadística.

Asimismo, Batanero (2002) sostiene que además de centrar la enseñanza de Estadística en la manipulación e interpretación de los datos, se deben tener presente los dos fines fundamentales

² <http://www.cbs.nl/isi/>

³ <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/>

de la enseñanza de la Estadística en las escuelas: i) que los alumnos comprendan y aprecien el papel de la Estadística en la sociedad, incluyendo sus diferentes campos de aplicación y el modo en que la Estadística ha contribuido a su desarrollo y ii) que los alumnos comprendan y valoren el método estadístico; esto es, la clase de preguntas que un uso inteligente de la Estadística puede responder. La misma autora señala la necesidad de que la reciente introducción de la Estadística en las escuelas y universidades vaya también acompañada de una renovación de los métodos de enseñanza para que llegue a ser realmente efectiva.

Como no se disponen de teorías específicas para la enseñanza de la Estadística, es común considerar señalamientos recientes sobre la enseñanza de las matemáticas. Estas teorías están basadas en la visión actual dentro de la epistemología de las matemáticas, que la consideran como una construcción humana, fruto de la necesidad de resolver problemas en campos externos o internos a dicha ciencia. Uno de los trabajos más relevantes enfocado a la enseñanza de las matemáticas lo realizó Brousseau⁴ (1986), quien sostiene que todo aquello que concurre para enseñarle algo al estudiante, genera una situación didáctica, misma que se establece entre un grupo de alumnos y un profesor que usa un medio didáctico -incluyendo los problemas, materiales e instrumentos- con el fin específico de ayudar a sus alumnos a reconstruir un cierto conocimiento. Para lograr el aprendizaje, el alumno debe tener la oportunidad de investigar sobre problemas a su alcance, formular, probar, construir modelos, lenguajes, conceptos, teorías, intercambiar sus ideas con otros y adoptar aquellas que le sean útiles.

Uno de los aspectos fundamentales cuando se trata de enseñar un determinado contenido estadístico es preguntar por la comprensión lograda por los alumnos. Para ello, de acuerdo con Godino (1996), es fundamental analizar cuál es el significado de lo que se trata de enseñar y cuales son sus componentes. Dicho autor planteó esta problemática en sus estudios sobre didáctica de la Estadística, a la vez que identificó diferentes elementos que propician la adquisición de significado. Estos elementos son:

⁴ Guy Brousseau es un especialista contemporáneo en la enseñanza de las matemáticas, de origen francés. En sus obras *Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématique* y *Theory of Didactical Situations in Mathematics* da cuenta de la problemática en torno a la enseñanza de las ciencias catalogadas como 'exactas'.

- El campo de problemas de donde surge el objeto;
- los algoritmos y estrategias empleados en la solución de problemas;
- representaciones;
- elementos conceptuales, y
- las demostraciones.

Unos resultados interesantes con relación a la enseñanza de Estadística se obtuvieron en la pasada conferencia de 2001, organizada por IASE, donde se puso de manifiesto que la Estadística se utiliza incorrectamente, no se comprenden conceptos aparentemente elementales y no hay una valoración suficiente del trabajo del estadístico dentro de los equipos de investigación (Batanero, 2001). Esto sugiere la existencia de una problemática educativa que tiene su raíz en que la incorporación de la materia de Estadística en las escuelas no es todavía un hecho. Los alumnos llegan a la universidad sin los conocimientos básicos y es preciso comenzar el programa repitiendo los contenidos de Estadística descriptiva y cálculo de probabilidades que debieron haber asimilado en niveles escolares previos.

A manera de síntesis, los principales problemas para la enseñanza de la Estadística manifestados en la conferencia antes mencionada son:

- la rapidez de los cambios progresivos que la Estadística está experimentando en nuestros días;
- la Estadística como ciencia atraviesa por un periodo de notable expansión, siendo más numerosos los procedimientos disponibles, alejándose cada vez más de la matemática pura y convirtiéndose en una "ciencia de los datos", lo que implica la dificultad de enseñar un tema en continuo cambio y crecimiento, de manera definitiva;
- no se conocen aún cuales son las principales dificultades de los alumnos en muchos conceptos importantes. Sería también preciso experimentar y evaluar métodos de enseñanza adaptados a la naturaleza específica de la Estadística, a la que no siempre se pueden transferir los principios generales de la enseñanza de las matemáticas;
- la formación específica de los profesores en este ámbito es prácticamente inexistente;

- la investigación didáctica está comenzando a mostrar cómo algunos errores conceptuales y pedagogías inadecuadas se transmiten con una frecuencia mayor de lo que sería deseable en los libros de texto, y por último,
- la naturaleza interdisciplinaria del tema que hace que los conceptos estadísticos se apliquen en diversas materias, tanto del área de las ciencias sociales como naturales, por mencionar algunas.

Una vez revisada la información concerniente a la Estadística, su importancia y problemas, queda clara la necesidad de especificar una didáctica adecuada con la tecnología actual disponible. Para ello, se puntualizan las siguientes reflexiones.

La Estadística es una de las ciencias que mayormente se ha visto afectada e influenciada por la velocidad de los cambios en las TIC. Por ello, se considera pertinente aplicar una didáctica innovadora, que pueda utilizar el recurso tecnológico a su alcance, entiéndase la tecnología de Internet, con sus aplicaciones, programas, herramientas, bancos de información, etc., y que a su vez, incorpore un esquema eficiente en el manejo de la información, en este caso los OA, mediante los cuales sea posible el desarrollo de las lecciones de Estadística en línea.

Por otro lado, es necesario precisar cual o cuales de los desarrollos teóricos existentes para la enseñanza de la Estadística son adecuados de acuerdo a las condiciones antes mencionadas. Si bien algunos autores, como Batanero (2001), coinciden en señalar que las TIC han acelerado el avance hacia un enfoque constructivista en la enseñanza de la Estadística, es necesario revisar algunos enfoques del constructivismo, especialmente las aportaciones teóricas de Piaget relacionadas con la interacción con objetos; de Bruner, dirigidas a la resolución de problemas y de Vigotsky con su enfoque social del aprendizaje.

Considerando lo anterior, a continuación se describen de forma amplia algunos enfoques del constructivismo asociados a los teóricos antes mencionados. La intención es precisar una didáctica basada en estrategias constructivistas para las lecciones de Estadística, que pueda articularse con un manejo de la información en forma de OA.

2.2. El constructivismo

El constructivismo, como enfoque epistemológico, pretende dar una visión de cómo un sujeto a lo largo de su historia personal, va desarrollando su intelecto y va conformando sus conocimientos. Es una teoría, como señala Cerezo (2005), de cómo los seres humanos aprendemos a resolver los problemas y dilemas que el medio ambiente presenta, a la vez que intenta explicar cual es la naturaleza del conocimiento humano. Es un paradigma, como menciona Stojanovic (2002), que rompe con las bases de la educación tradicional: estudiantes receptores y docente que recita lo que sus alumnos deben aprender.

Sus raíces epistemológicas se centran en la importancia del significado construido por los sujetos. La construcción del conocimiento se concibe como un proceso de interacción entre la información nueva procedente del medio y la que el sujeto ya posee (Chadwick, 1998). El constructivismo sostiene que el aprendizaje no es una copia exacta de la realidad, sino más bien una construcción interna que el individuo realiza de acuerdo a sus experiencias y a su sensibilidad. Un punto por reflexionar son algunas aportaciones teóricas del filósofo alemán I. Kant, quien sostiene que existen conceptos a priori, ideas que no provienen de la experiencia, ideas que la mente puede generar por sí mismas sin otra explicación que la mente humana es un incesable generador de ideas. Ideas de este tipo son: causa, efecto, tiempo, número, bondad, deber, etc. En este sentido, Cerezo (2005) menciona que todo aprendizaje debe empezar con estas *ideas a priori*, es decir de una estructura cognitiva previa. Por su parte, Carretero (1994) comenta que las estructuras cognitivas están compuestas de esquemas, representaciones de una situación concreta o de un concepto lo que permite sean manejadas internamente para enfrentarse a situaciones iguales o parecidas a la realidad.

Para Moreno-Armella (2003), el constructivismo no estudia 'la realidad' sino '*la construcción de la realidad*'. Enseñanza y aprendizaje no mantienen una relación causal. Uno no es consecuencia del otro. La enseñanza se correlaciona positivamente con el aprendizaje, pero no necesariamente lo causa. Puede orientarlo y esto ya es bastante. Así, una estrategia didáctica puede articularse alrededor de la idea de *construcción*; es decir: *el alumno construye, el profesor también construye*.

Pero lo que construyen no coincide: el alumno construye su conocimiento y el profesor, dicho a grandes rasgos, construye las condiciones del aprendizaje del estudiante.

Es importante señalar que tanto el aprendizaje como la enseñanza con base en el constructivismo, requieren de una intensa actividad por parte de los estudiantes. Pedagógicamente, esto se traduce en una concepción participativa del proceso de aprendizaje, en el que tanto el estudiante como el docente son axiales y el estudiante es reconocido como un interlocutor válido, capaz y obligado a plantear problemas e intentar soluciones. La enseñanza y el aprendizaje orientados por una propuesta constructivista apuntan hacia la autonomía como finalidad de la educación y el desarrollo.

De acuerdo con Moshman (1982, citado por Applefield, Huber y Moallem, 2001) existen tres tipos de constructivismos: exógeno, endógeno y dialéctico. El *constructivismo exógeno* sostiene que hay una realidad externa que se reconstruye conforme el conocimiento se forma. Así, una estructura mental se desarrolla para reflejar la organización del mundo. El *constructivismo endógeno*, también conocido como cognitivo, se centra en las construcciones individuales o internas de conocimiento. Esta perspectiva, derivada de la teoría piagetana, enfatiza la construcción individual del conocimiento estimulado por conflictos cognitivos internos o desequilibrios que el aprendiz resuelve. El *constructivismo dialéctico* o social visualiza el origen de la construcción del conocimiento como una intersección social de personas, interacciones que involucran compartir, comparar y debatir entre aprendices y mentores.

Otros autores, como Hein (1995, citado en Hawkey, 2004), propone un modelo con cuatro dominios para el conocimiento y aprendizaje (ver Figura 2.1). En dicha figura se observa el dominio constructivista, con su concepción de que el conocimiento y el aprendizaje son susceptibles de construirse a partir del conocimiento previo, experiencias e ideas del aprendiz. En el modelo de Hein, el aprendizaje desde la visión constructivista, es visto como un sistema multivariado cuyos principales componentes son: la enseñanza, la experiencia, el ambiente, la cultura y el interés del educando. Cada una de estas variables tiene una carga factorial diferente, como se muestra a continuación:

$$\text{Aprendizaje} = \Sigma [\tau(\text{enseñanza}) * \varepsilon(\text{experiencia}) * \beta(\text{ambiente}) * \kappa(\text{cultura}) * \delta(\text{interés})]$$

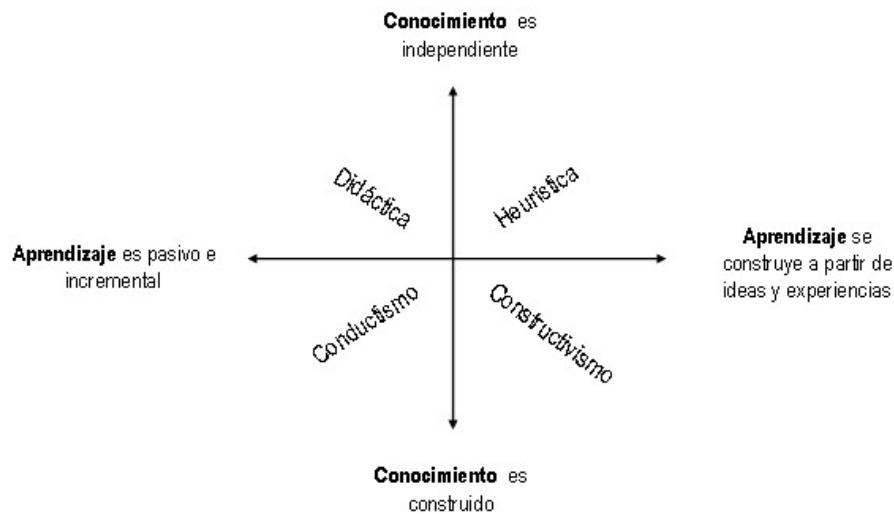


Fig. 2.1. La visión de conocimiento y aprendizaje en el modelo de Hein (1994, citado en Hawkey, 2004).

Un punto de vista interesante lo expresa Dalgarno (2001), quien menciona que existen tres principios fundamentales para definir una visión constructivista del aprendizaje. El primero de ellos, de acuerdo con Von Glaserfeld (1998), es *que cada persona forma su propia representación de conocimiento, sobre la base de su experiencia*. El segundo principio, normalmente atribuido a Jean Piaget, es que *las personas aprenden a través de la exploración activa* y que el aprendizaje ocurre cuando la exploración del alumno descubre una inconsistencia (desequilibrio) entre su representación de conocimiento actual y su experiencia. El tercer principio, atribuido a Vigotsky (1965), es que *el aprendizaje ocurre dentro de un contexto social, y que la interacción entre alumnos y tutores es una parte necesaria del proceso de aprendizaje*.

El constructivismo es citado con frecuencia como una novedad en los sistemas educativos de México y de otras partes del mundo. Debido a que dicho enfoque puede implicar a varios teóricos, en este trabajo se alude a algunas de las aportaciones constructivistas de Jean Piaget específicamente las centradas en la interacción del sujeto con determinados objetos; de Liev Semiónovich Vigotsky y sus conceptos basados en las interacciones sociales o el aprendizaje en comunidad y la Zona de Desarrollo Próximo y de Jerome S. Bruner y sus contribuciones al aprendizaje basado en la resolución de problemas en un contexto real. Estas aportaciones se describen a continuación.

La visión constructivista de Jean Piaget

A Jean Piaget se le ha clasificado como uno de los fundadores de lo que actualmente se conoce como constructivismo, especialmente por sus afirmaciones de que el punto de partida de todo conocimiento no hay que buscarlo en las sensaciones ni en las percepciones sino en las acciones. Según dicho autor, el niño construye esquemas que se van haciendo más complejos a medida que interactúa con la realidad (Piaget, 1955). Para él, el conocimiento siempre es relativo a un momento dado del proceso de construcción, e interaccionista, ya que precisamente el conocimiento surge de la interacción continua y progresiva entre el sujeto y el objeto.

Según Carretero (1994), la idea central de toda la teoría de Piaget es que el conocimiento no es copia de la realidad, ni tampoco se encuentra totalmente determinado por las restricciones impuestas por la mente del individuo; por el contrario es producto de una interacción entre estos dos elementos. Por lo tanto, el sujeto construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad. Así, el conocimiento es resultado de una construcción incesante a partir del mundo de nuestras experiencias. Se concibe como un estado transitorio del proceso de conocer. A su vez, conocer es asimilar, pero asimilar no es copiar; asimilar es, ante todo, interpretar, dar significado a una experiencia nueva a partir de lo que, en ese momento, sean nuestros esquemas cognitivos. Según Moreno-Armella (2003), el constructivismo piagetano no niega la existencia de un mundo independiente del sujeto; lo que dice es que el mundo al que el sujeto se enfrenta para la construcción de su conocimiento, es el mundo de sus experiencias.

Para Piaget, la acción precede siempre al conocimiento. Conocer es actuar sobre los objetos y transformarlos. Una cosa material, una situación arbitraria no son objetos de conocimiento sino después de que el sujeto interactúe con ellos; es mediante esta interacción como se construye el objeto de conocimiento (Labinowicz, 1998; Chadwick, 1998).

Según Castorina, Ferreiro, Kohl y Lerner (2004) en términos generales la teoría piagetana es presentada como una versión del desarrollo cognoscitivo en los términos de un proceso de construcción de estructuras lógicas, explicado por mecanismos endógenos, y para la cual la intervención social externa solo puede ser "facilitadora" u "obstaculizadora". En pocas palabras,

una teoría universalista e individualista del desarrollo, capaz de ofrecer un sujeto activo pero abstracto ("epistémico"), y que hace del aprendizaje un derivado del propio desarrollo.

Es interesante mencionar que para Piaget, los dos poderosos motores que hacen que el ser humano mantenga ese desarrollo continuo de sus estructuras cognitivas son: la *adaptación y la acomodación*. Estos dos procesos, que Piaget toma del evolucionismo, sirven para que el individuo continuamente esté obteniendo información a través de sus sentidos, gracias a la interacción activa que tiene con el objeto a conocer, y lo procese a fin de enriquecer y modificar las estructuras que ha ido conformando. Los nuevos conocimientos son asimilados de acuerdo a lo que ya existe en el individuo y se acomodan en las estructuras de éste, no sólo modificándose los conocimientos, sino también las estructuras mismas.

El enfoque social del constructivismo

Uno de los principales exponentes del constructivismo visto desde la parte social y cultural es Liev Vigotsky, filósofo y psicólogo ruso, que trabajó en los años treinta del siglo XX. Sus aportaciones teóricas frecuentemente se le asocian a la teoría del constructivismo social (Huang, 2002) que enfatiza la influencia de los contextos sociales y culturales en el conocimiento y apoya un "modelo de descubrimiento" del aprendizaje. Este tipo de modelo pone un gran énfasis en el rol activo del maestro (Daniels, 2003).

Los principios vigotskianos para el aula que destacan son: i) el aprendizaje y el desarrollo son una actividad social y colaborativa que no puede ser "enseñada" a nadie, depende del estudiante construir su propia comprensión en su propia mente; ii) el aprendizaje deberá tomar lugar en contextos significativos, preferentemente en el contexto donde el conocimiento va a ser aplicado. Con estos planteamientos de la teoría vigotskiana podemos establecer que la relación entre el individuo y lo social es de carácter relacional, pero que en la posición vigotskiana toma preeminencia la mediación cultural (Martínez, 1999). Para Cole (1996, citado por Cerezo, 2005), el conocimiento y la realidad se construyen en interacción con otros individuos en un contexto compartido.

Según Vigotsky, en la construcción de significados, la comunidad tiene un rol central. Precisamente, es el pueblo alrededor del estudiante, quien afecta grandemente la forma que él o ella "ve" el mundo. Son la cultura y el lenguaje factores indispensables en la construcción de significados. El lenguaje es visto como un medio no solo para comunicar los hallazgos propios, sino para estructurar el pensamiento y el conocimiento generado por el sujeto. Algo importante de señalar es que también Piaget enfatiza este hecho al mencionar que el conocimiento objetivo solo es alcanzado cuando ha sido discutido y confirmado por otros.

De acuerdo con Fichtner (2002) y Chadwick (1998), todas las funciones superiores (p. ej. atención voluntaria, memorización activa y pensamiento abstracto) tienen sus orígenes en procesos sociales; es decir, se adquieren primero en un contexto social y luego se internalizan o como señala Vigotsky (1979), un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal.

Una contribución importante de Vigotsky fue señalada en su Teoría del Desarrollo, donde menciona que las capacidades de solución de problemas pueden ser de tres tipos: i) aquellas realizadas independientemente por el estudiante, ii) aquellas que no puede realizar aún con ayuda y iii) aquellas que caen entre estos dos extremos, las que puede realizar con la ayuda de otros.

A la capacidad de llevar a cabo estas tareas de manera independiente Vigotsky le llama el nivel de desarrollo real. En cambio, el nivel de desarrollo potencial representa la capacidad de la persona para realizar tareas con la ayuda de un experto o compañeros más capaces. Vigotsky define la distancia entre el nivel de desarrollo real y el potencial como la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). La ZDP define aquellas funciones que se hallan en proceso de maduración. Llevado al terreno práctico, Coll (1985) menciona que es en el currículo donde se debe establecer una diferencia entre lo que el alumno es capaz de aprender solo y lo que es capaz de aprender con el concurso de otras personas, para que la acción educativa propicie que el alumno progrese a través de su zona de desarrollo próximo, para ampliarla y para generar eventualmente nuevas zonas de desarrollo.

Vigotsky muestra una orientación hacia un aspecto que en su época no existía; con una dirección hacia el futuro que manifiesta su dinámica en la interacción social y en la colaboración con los adultos o compañeros más capaces. Un comentario interesante al respecto, de Fichtner (2002),

menciona que la ZDP es un diálogo entre el niño y su futuro, y no un diálogo entre el niño y el pasado de un adulto, de un maestro o de una sociedad. O como señala Vigostsky (1979), la única buena enseñanza posible es la que se adelanta al desarrollo.

Según Castorina, *et al.* (2004), tanto Vigotsky como Piaget han enfatizado la actividad del sujeto en la adquisición del conocimiento y el carácter cualitativo de los cambios en el desarrollo. Sin embargo, las diferencias son más relevantes que las semejanzas. En Vigotsky la interacción social y el instrumento lingüístico son decisivos para comprender el desarrollo cognoscitivo (*outside in*), mientras en Piaget este último es interpretado a partir de la experiencia con el medio físico (*inside out*), dejando aquellos factores en un lugar subordinado. Además, el proceso de desarrollo intelectual, explicado en Piaget por el mecanismo de equilibración de las acciones sobre el mundo, precede y pone límites a los aprendizajes, sin que éstos puedan influir en aquél. Por el contrario, para Vigotsky el aprendizaje interactúa con el desarrollo, produciendo su apertura en las zonas de desarrollo próximo, en las que las interacciones sociales y el contexto sociocultural son centrales.

Finalmente, es conveniente resaltar que la teoría de Vigotsky aparece como una teoría histórico-social del desarrollo, que propone por primera vez una visión de la formación de las funciones psíquicas superiores como internalización mediada de la cultura y, por lo tanto, postula un sujeto social que no sólo es activo sino, ante todo, interactivo. Un dato que llama la atención, de acuerdo con Coll (1997), es que tanto Piaget como Vigotsky no se autclasificaron como constructivistas, sino que fueron teóricos contemporáneos quienes les han ubicado en esa denominación en gran medida por la naturaleza de sus contribuciones teóricas.

El enfoque constructivista interaccionista de Bruner

Uno de los principales teóricos que destaca por sus planteamientos constructivistas es Jerome S. Bruner. Sus aportaciones enfatizan el aprendizaje por descubrimiento y su concepción de que el alumno es el eje central del proceso de aprendizaje. Para él, lo importante es el proceso no el resultado. Bruner sostiene la importancia de que el alumno enfrente crecientes desafíos para potenciar su capacidad de resolver situaciones problemáticas y así posteriormente hacer

transferencia de su aprendizaje a situaciones nuevas. Bruner (1986) se autclasifica entre los constructivistas y afirma que es el ser humano quien construye o constituye el mundo.

Un tema importante en el marco conceptual de Bruner es su visión de que el aprendizaje es un proceso activo en el que los educandos construyen nuevas ideas o conceptos basados en el conocimiento pasado y presente (estructura cognitiva), por la selección y transformación de información, en la proposición de hipótesis y la toma de decisiones para ir "más allá" de la información disponible. Para Bruner (1971), la búsqueda de un equilibrio entre proceso y contenido tiene una historia larga. Para él, es través del ejercicio de resolución de problemas y el esfuerzo por descubrir como uno aprende. Aquí, es conveniente señalar que mucho de la estrategia de resolución colaborativa de problemas propuesta por Bruner tiene su base en las aportaciones teóricas de Vigotsky específicamente la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).

Para Bruner, un instructor debe tratar y entusiasmar a los estudiantes en descubrir principios por sí mismos. El instructor y los educandos deben "comprometerse" en un diálogo activo –como la enseñanza socrática⁵– de tal forma que la tarea del instructor sea la de "traducir" la información para que sea aprendida en un formato apropiado por el educando. En consecuencia, el currículo debería organizarse en una "espiral" que le permita al educando construir sobre lo que ha aprendido previamente.

La Teoría de la Instrucción de Bruner (1966) aplicada al aula se resume a continuación:

- ◆ La instrucción debe abarcar a las experiencias y los contextos que propician los deseos de aprender de los estudiantes (presteza).
- ◆ La instrucción debe ser estructurada (organización en espiral) de forma tal que puede ser fácilmente aprehendida por el educando.
- ◆ La instrucción debe ser diseñada para facilitar la extrapolación y para llenar las brechas (ir más allá de la información ofrecida).

⁵ Al método socrático de enseñanza basado en el diálogo entre maestro y discípulo con la intención de llegar al conocimiento se le conoce como *mayéutica*.

De acuerdo con Huang (2002), para Bruner, la tecnología es una poderosa herramienta para la instrucción. Esto se deduce de algunos comentarios expresados por el propio Bruner (1966, p. 34):

*“Principal emphasis in education should be placed upon skills- skills in handling, in seeing and imaging, and in symbolic operations, particularly as these are related to the technologies that have made them so powerful in their human expression”.*⁶

A manera de síntesis acerca del constructivismo, Kilpatrick, Gómez y Rico (1995) señalan que el constructivismo no es una teoría de la enseñanza o de la instrucción. Para ellos, no existe una conexión necesaria entre cómo concibe uno que el conocimiento se adquiere y que procedimientos e instrucciones ve uno como óptimos para lograr que esa adquisición ocurra. Las epistemologías son descriptivas, mientras que las teorías de la enseñanza o de la instrucción deben ser teorías de la práctica.

A partir de la revisión hecha acerca del constructivismo, la didáctica de la Estadística propuesta, toma sus bases en determinadas aportaciones teóricas de Piaget, Bruner y Vigotsky, específicamente aquellos señalamientos sobre la interacción con objetos, la resolución de problemas y la comunicación, como base para el aprendizaje en un contexto social. A continuación se presenta un resumen de ellos.

Interacción sujeto-objeto. Unos postulados interesantes fueron hechos por Piaget quien señaló que la experiencia, la actividad y el conocimiento previo son los que determinan el aprendizaje. Es decir, la posibilidad de aprender dependerá del conocimiento previamente adquirido y del desarrollo intelectual del alumno. Según ésta teoría, el conocimiento se construye activamente por el sujeto y no es recibido pasivamente del entorno (Leflore, 2000). Según Carretero (1994), la idea central de toda la teoría de Piaget es que el sujeto construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad. Así, la acción precede siempre al conocimiento. Conocer es actuar sobre los objetos y transformarlos. Una cosa

⁶ Traducido del original inglés por el autor del presente trabajo: “El énfasis principal en educación debe colocarse sobre las habilidades- habilidades en el manejo, en la visualización, en la interpretación de imágenes y en operaciones simbólicas, particularmente en cómo éstas se relacionan con las tecnologías que las han hecho tan poderosas en su expresión humana”.

material o una situación dada, no son objetos de conocimiento sino después de que el sujeto interactúe con ellos.

Constructivismo social. Para Vigostky (1981), en la construcción de significados, la comunidad tiene un rol esencial. Sus aportaciones teóricas frecuentemente se le asocian a la teoría del constructivismo social que enfatiza la influencia de los contextos sociales y culturales en el conocimiento y apoya un “modelo de descubrimiento”. Dicho autor sostiene que el aprendizaje es una actividad social y colaborativa.

Resolución de problemas. Para Bruner (1956; citado en Abbey, 2000) el aprendizaje es un proceso gradual de asimilación y acomodación (currículo en espiral). Para este autor, un mismo tema puede ser enseñado con diversos niveles de formalización a un mismo alumno de acuerdo a su nivel de desarrollo. Sus aportaciones enfatizan el aprendizaje por descubrimiento y su concepción de que el alumno es el eje central del proceso de aprendizaje. Para él, es el alumno, quien se enfrenta a crecientes desafíos para potenciar su capacidad de resolver situaciones problemáticas y así posteriormente hacer transferencia de su aprendizaje a situaciones nuevas.

Una forma de llevar a cabo el aprendizaje por descubrimiento es mediante la resolución de problemas por parte del alumno. Se trata de problemas no rutinarios, que requieren una verdadera actividad de resolución por parte del alumno, quién al resolverlo, habrá aprendido algo nuevo. Generalmente el método consiste en: i) comprender el problema, ii) concebir un plan de resolución, iii) ejecutar el plan y iv) realizar un examen retrospectivo de la solución hallada.

A manera de síntesis, la Tabla 2.1 muestra los principales planteamientos de Piaget, Vigostky y Bruner que fueron considerados en la presente investigación.

Tabla 2.1. Descripción de los planteamientos teóricos de Piaget, Vigostky y Bruner considerados en la investigación.

Téorico	Planteamiento(s)
Piaget	El punto de partida de todo conocimiento no hay que buscarlo en las sensaciones ni en las percepciones sino en las acciones. El conocimiento surge de la interacción continua y progresiva entre el sujeto y el objeto. El constructivismo piagetano no niega la existencia de un mundo independiente del sujeto; lo que dice es que el mundo al que el sujeto se enfrenta para la construcción de su conocimiento, es el mundo de sus experiencias.
Vigostky	Vigostsky enfatiza la influencia de los contextos sociales y culturales en el conocimiento y apoya un "modelo de descubrimiento" del aprendizaje. Para él, el conocimiento y la realidad se construyen en interacción con otros individuos en un contexto compartido. Especial énfasis le da a la colaboración con los adultos o compañeros más capaces.
Bruner	El aprendizaje es un proceso gradual de asimilación y acomodación. Según Bruner, un mismo tema puede ser enseñado con diversos niveles de formalización a un mismo alumno de acuerdo a su nivel de desarrollo. Sus aportaciones enfatizan el aprendizaje por descubrimiento, mediante la resolución de problemas, y su concepción de que el alumno es el eje central del proceso de aprendizaje. Para él, es el alumno, quien se enfrenta a crecientes desafíos para potenciar su capacidad de resolver situaciones problemáticas y así posteriormente hacer transferencia de su aprendizaje a situaciones nuevas.

2.2.1. El constructivismo en el web

En fechas recientes, una de las bases teóricas mayormente utilizada en el diseño de actividades educativas en el web es el constructivismo; en gran medida, esto se debe a que dicho enfoque epistemológico posee características que fácilmente pueden adaptarse al web. Algunas de estas características son: la interacción con objetos, la construcción de significados por el aprendiz; la interacción social para ayudar a los estudiantes a aprender y la solución de problemas en contextos reales (Leflore, 2000). Para Stojanovic (2002), el paradigma constructivista abre una amplia gama de posibilidades para promover la calidad de los aprendizajes; especialmente, con la consideración del enfoque educativo centrado en el que aprende.

En un intento por caracterizar a un ambiente de aprendizaje constructivista para el web, a continuación se presentan algunos señalamientos teóricos y comentarios, de utilidad para comprender el enfoque teórico utilizado en la presente tesis.

Según Jonassen (1994), el creciente interés por las aplicaciones del constructivismo en el diseño de ambientes de aprendizaje en el web se debe, en gran medida, porque presupone una activación de los estudiantes diferente a la generada en los ambientes tradicionales. Aquí, el “ambiente de aprendizaje” es visto como el espacio donde confluyen las condiciones para favorecer la apropiación de conocimientos.

Por su parte, Driscoll (1994, citado en Stojanovic, 2002), señala que en un ambiente de aprendizaje constructivista se deben presentar las siguientes condiciones:

- i) enfatizar la instrucción centrada en el que aprende;
- ii) proveer ambientes de aprendizaje que incorporen tareas auténticas (contexto real) y que posean relevancia y utilidad práctica;
- iii) proveer múltiples perspectivas y otras formas de presentación de la información, que le permita a los que aprenden examinar argumentos desde diversos ángulos, y
- iv) ofrecer mecanismos de evaluación.

De acuerdo a Wilson (1996), un ambiente de aprendizaje constructivista con base en Internet, es el lugar en donde los participantes manejan recursos de información, materiales impresos y visuales; y herramientas tales como, programas de procesamiento, correo electrónico, instrumentos de búsqueda, etc. que permiten la construcción de soluciones significativas a diversos problemas.

En el mismo sentido, Black y McClintock (1995) puntualizan que un diseño constructivista de un ambiente de apoyo al estudio debe basarse en la construcción de interpretaciones a partir de observaciones y de información contextual. Por su parte, Janicki y Liegle (2001) sugieren que el desarrollo de un módulo de aprendizaje basado en el web, debe incluir, desde una perspectiva pedagógica, de los siguientes elementos: i) propósitos de aprendizaje, ii) conocimiento previo requerido, iii) contenidos, iv) múltiples ejemplos y ejercicios, v) preguntas de evaluación y vi) retroalimentación. Estos elementos, más las estrategias de navegación constituirán, de manera integral, un módulo de aprendizaje.

En su aplicación al campo educativo, las actividades de aprendizaje en línea se han vuelto un componente común en los programas formativos. Su característica esencial es brindar al estudiante un gran nivel de autonomía, lo cual implica que los estudiantes deben ser más activos y poseer un cierto dominio de la tecnología. Según Simonson, Smaldino, Albright y Zvacek (2003) es necesario puntualizar cuáles deben ser las características que deben tener las actividades de aprendizaje en el web:

- i) deben tener un alto grado de interactividad y velocidad de respuestas entre el estudiante y el tutor;
- ii) el ambiente donde estén inmersas, debe propiciar un verdadero trabajo colaborativo;
- iii) deben promover un enfoque centrado en el que aprende;
- iv) el contexto social en el que se dan los aprendizajes a través de actividades en línea juega un papel preponderante, y
- v) debe estimular un aprendizaje autónomo.

Por su parte, Gros (2000, citado en Stojanovic, 2002) menciona que dos de los supuestos más importantes para la reconceptualización del diseño instruccional son los siguientes:

- i) se debe dar un mayor énfasis en el aprendizaje y no en la instrucción y
- ii) el uso de la tecnología debe permitir a los estudiantes explorar y construir significados por sí mismos.

De acuerdo a los planteamientos constructivistas antes mencionados, el diseño instruccional para el web, debe orientarse a la realización de tres tareas fundamentales:

- i) diseñar la instrucción del conocimiento básico en áreas bien estructuradas;
- ii) diseñar la estructura o esqueleto de los programas para apoyar a los alumnos en la construcción de significados, y
- iii) determinar las características apropiadas para la evaluación de los aprendizajes. Esto significa encontrar actividades que sean significativas para los estudiantes. Dichas actividades deben caracterizarse por su relevancia y utilidad en el mundo real.

El diseño de ambientes de aprendizaje en el web debe proporcionar a los estudiantes de *experiencias de aprendizaje auténtico* que les permitan desarrollar conocimientos significativos y aplicables, así como *actividades y oportunidades interactivas* con uso de las TIC en la red mundial WWW. A continuación se detallan ambas suposiciones.

Experiencias de aprendizaje auténtico. La autenticidad puede ser considerada tanto desde la perspectiva cognitiva como contextual. Las tareas auténticas son aquellas que poseen relevancia y utilidad en el mundo real del estudiante, y que se van integrando a través del curriculum en diferentes niveles de complejidad, permitiéndole seleccionar niveles de dificultad de acuerdo a sus posibilidades, p. ej. secuencias alternativas de hipertexto, diseño de web colaborativo y representación de contenidos.

A continuación se describen brevemente los dos principales tipos de autenticidad: cognitiva y contextual.

Autenticidad cognitiva. Las experiencias de aprendizaje auténtico son aquellas en las que se apoya al estudiante en la construcción y refinamiento de sus conceptos en forma significativa. Para promoverlas a través del desarrollo de actividades en línea sería necesario:

- i) brindar oportunidades al estudiante que le permitan explorar el comportamiento de sistemas, ambientes u objetos;
- ii) permitir al estudiante expresar sus ideas y opiniones;
- iii) facilitar la exploración de diferentes soluciones a problemas;
- iv) propiciar el sentido de pertenencia del aprendizaje y
- v) presentar problemas representativos de ambientes complejos.

Autenticidad contextual. Utilizar ambientes tecnológicos requiere que éstos sean "situados" contextualmente, y donde el rol del que aprende consiste en "configurar" su aprendizaje con las posibilidades tecnológicas que se le ofrecen para representar su propio conocimiento, según sus necesidades. Un aprendizaje contextualizado implica:

- i) un ambiente de aprendizaje relacionado con la experiencia personal en el mundo real;
- ii) que un aprendizaje sea más rico cuando se apoya en la tecnología que cuando es substituido por ésta, y que
- iii) el aprendizaje colaborativo estimule un aprendizaje efectivo, a través del trabajo y discusión en equipo. El contexto social proporciona oportunidades para la expresión a través de las discusiones y trabajos grupales.

Actividades y oportunidades interactivas. Según Peters (2002), la interactividad adquiere características muy variadas gracias a la integración de las distintas maneras de confrontar la realidad y al tipo de retroalimentación que se proporcione. Con relación a las cualidades interactivas de las tecnologías de información en ambientes de aprendizaje con orientación constructivista, se abre una gama de posibilidades basadas en microcomputadores, redes, tecnología de hipertexto/hipermedia, las cuales pueden, si se conciben y aplican acertadamente,

desarrollar un aprendizaje autónomo orientado hacia la autoplanificación, autoorganización y autoevaluación del aprendizaje.

La condición de que los estudiantes poseen una base previa de conocimientos, creencias, valores y actitudes cuando se enfrentan a sus diversas tareas de aprendizaje, debe ser tomada en cuenta cuando se diseñen los materiales, ya que deberán reflejar las más variadas perspectivas de las que se puedan inferir significados, que promuevan la interactividad, sea con las herramientas informáticas como con los docentes y con los pares académicos.

Por otro lado, Hong, Lai y Holton (2001) sugieren que una aproximación constructivista al aprendizaje tiene varias características que pueden ser fácilmente adoptadas para un aprendizaje basado en el web. Las principales características son: i) construcción de significados del aprendiz, ii) interacción social para ayudar a los estudiantes a aprender y iii) solución de problemas en contextos del 'mundo real'; características que a continuación se detallan:

Construcción de significados. El aprendiz construye sus propios significados basado en su experiencia. Cada individuo tiene una estructura mental única que le permite dicha construcción. Un punto crítico es animar a los estudiantes a participar en actividades que les permitan crear una estructura externa que refleje la conceptualización interna del tópico.

Interacción social. La interacción social durante el proceso de aprendizaje propiciará la construcción activa del conocimiento y dependerá de la comunicación que se logre establecer entre los individuos. La interacción social proporciona interpretaciones de experiencias mediadas. Se puede realizar mediante salas de *chat*, correo electrónico, listas de discusión y foros de discusión, entre otras vías. El instructor debe monitorear las interacciones e intervenir para asegurar que los estudiantes logren un buen nivel de profundidad de la discusión y exploración.

Solución de problemas en contextos del 'mundo real'. Se sugiere asignar a los estudiantes varios problemas dentro de su área de interés.

En coincidencia con lo anterior, Smith-Gratto (2000), también señala los principios para diseñar un ambiente de aprendizaje constructivista. Dicho autor sugiere que se incluyan:

- i) oportunidades para que los estudiantes experimenten un desequilibrio. Este ocurre cuando una nueva experiencia no se ajusta al esquema que tiene el individuo. El desequilibrio ocasionará que el individuo clarifique su comprensión para que logre acomodar la nueva experiencia;
- ii) actividades que ayuden a los estudiantes a reestructurar su comprensión;
- iii) actividades de solución de problemas contextuales, y
- iv) actividades que requieran interacción social.

Con base en los distintos señalamientos y aportaciones de los autores incluidos en esta sección sobre el constructivismo aplicado al web, en la presente tesis se consideran los siguientes puntos:

- A partir de las lecciones de Estadística en línea y con la inserción de OA, los estudiantes podrán explorar y construir significados por sí mismos. Es decir, tendrán oportunidades interactivas y de experiencias de aprendizaje auténtico.
- Se incluirán actividades de solución de problemas en contextos del 'mundo real'. El contexto se manejará dentro del diseño pedagógico para las lecciones de Estadística y estará enfocado al campo de la educación y de las ciencias sociales.
- Se incluirán actividades que requieran interacción social. La interacción social durante el proceso de aprendizaje propiciará la construcción activa del conocimiento y dependerá de la comunicación que se logre establecer entre los estudiantes. Para ello, los estudiantes dispondrán de foros de comunicación asíncronos y *chats* en cada una de las lecciones.

2.3. Diseño instruccional apoyado con tecnología y OA

La tecnología y la educación, y en especial la educación a distancia, como señalan Roblyer y Edwards (2000) son dos conceptos que se encuentran estrechamente relacionados y recíprocamente influenciados. La tecnología es un término que tiene diversas interpretaciones. Una de ellas es la noción griega antigua, donde se concebía como la teoría de la técnica o el *saber hacer* (Belanger y Jordan, 2000). Por su parte, Cabero (2001) la considera *la innovación del ser humano puesta en acción*. Newby, Stepich, Lehman y Russell (2000) definen a la tecnología como la *aplicación sistemática de conocimiento científico o conocimiento organizado a tareas prácticas*. Con este último enfoque, la tecnología cumple una función "puente" entre la investigación o exploraciones teóricas y los problemas del mundo real. Para Bunge (1985), la tecnología es un vasto campo de investigación, diseño y planeación que utiliza conocimientos científicos con el fin de controlar cosas o procesos naturales, de diseñar artefactos o procesos, o de concebir operaciones de manera racional.

De la gran diversidad de tecnologías desarrolladas en las últimas décadas destacan la tecnología computacional y de telecomunicaciones. Estas tecnologías han propiciado un desarrollo en prácticamente todas las áreas de la ciencia. Así, por ejemplo, se pueden mencionar los notables desarrollos en tecnologías de la información como: plataformas de enseñanza/aprendizaje, sistemas de autorías, sistemas de tutorías inteligentes y sistemas de administración instruccional, entre otros. En el área de los desarrollos instruccionales destacan: los sistemas de aprendizaje basados en web, las aplicaciones educativas multimedia, los nuevos diseños instruccionales, etc. Con relación al avance de las telecomunicaciones, destacan los nuevos sistemas de web-conferencias, foros sincrónicos y asincrónicos, *chats*, *weblogs*, por mencionar algunos (Simonson, Smaldino, Albright y Zvacek, 2003). Por la magnitud de los cambios provocados por el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como señala Bill Gates⁷, la revolución informática apenas comienza; de hecho, estamos en el inicio de la Era de Internet. En los próximos años, Internet tendrá un efecto aún más profundo en la forma como trabajamos, vivimos y aprendemos.

⁷ Los discursos de Bill Gates están disponibles en: <http://www.microsoft.com/billgates/speeches.asp>

Como una consecuencia natural del *boom* tecnológico de los últimos años, han surgido aplicaciones educativas diversas, como cursos, sistemas de instrucción, apuntes, módulos de capacitación, sistemas de tutorías (por mencionar algunos) en prácticamente todas las instituciones de educación superior, sean estas públicas o privadas, lo que ha repercutido, como señala Griffith (2003), para que cobre auge una tendencia en el campo de la tecnología educativa relacionada con el establecimiento de estándares y la incorporación de OA, como una medida para regular y eficientizar la producción de materiales educativos vía Internet.

Los estándares, tanto para los medios digitales como para la parte instruccional, pretenden asegurar que la producción de los materiales educativos se desarrollen, organicen y se distribuyan de manera uniforme y con calidad. Se parte de la idea de que al considerar estándares para la producción de materiales educativos, un mismo material educativo puede ser utilizado en contextos instruccionales diferentes (Hamel y Ryan-Jones, 2002). A la fecha, el estándar que mayor aceptación ha tenido es el llamado SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) el cual ha sido adoptado por diversas dependencias de Estados Unidos y se espera que, a corto plazo, sea utilizado por la mayoría de las instituciones de educación superior en el mundo entero (Computer Education Management Association, 2001).

Por su parte, la tendencia mundial a incorporar objetos de aprendizaje, nos remonta a la concepción misma de objeto. El concepto de objeto aplicado al aprendizaje no es nuevo, desde el siglo XVIII, el filósofo alemán Immanuel Kant en su obra *Crítica de la razón pura* consideraba la concepción del conocimiento como producto de las interacciones entre el sujeto y el objeto de la percepción⁸. Para la didáctica convencional, -aquella que no recurre al uso de las nuevas tecnologías- el concepto de objeto de aprendizaje es visto como un módulo de información con una temática bien definida y una intención de aprendizaje o como un material de apoyo al aprendizaje para que el alumno interactúe con él. Para Wiley (2001) y Merrill (2002) los OA son recursos digitales o mediáticos a los cuales se les integra una estrategia instruccional. Buscando una definición operativa, de acuerdo a Moreno y Bailly-Bailliére (2002), un OA es una unidad mínima de información, digital o no digital, que puede ser re-usada y secuenciada junto con otros

⁸ Con relación a la educación intelectual, I. Kant sostiene el principio de que el mejor medio para comprender es el hacer, especialmente con operaciones de carácter intelectual (Abbagnano y Visalberghi, 1995).

OA para conformar cursos o unidades que abarquen objetivos de aprendizaje más amplios. En la actualidad, los OA son considerados una herramienta educativa muy importante que pueden insertarse en propuestas curriculares y metodologías de enseñanza-aprendizaje de diversa índole. En muchos casos, son vistos como una estrategia de innovación educativa. De acuerdo con Roig-Vila (2005), el planteamiento basado en OA es uno de los pilares del aprendizaje a través de Internet. En este sentido, Hodgins (2000) coincide en señalar que los OA están destinados a cambiar para siempre la forma y el fondo del aprendizaje.

Pero, ¿cuáles son las características que debe poseer un objeto de aprendizaje? De acuerdo con Hamel y Ryan-Jones (2002), la primera característica es que sean entidades independientes y completas; es decir cada objeto, debe abordar un tema o subtema de estudio con independencia del contexto instruccional. Una segunda característica tiene que ver con seguir un formato instruccional estándar (uso de taxonomías, selección de estrategias instruccionales, uso de jerarquías, etc.). La tercera característica se relaciona con que los objetos deben tener un tamaño relativamente pequeño. Se recomienda el tamaño pequeño para incrementar el potencial de reuso. Otra característica sugiere que una secuencia de objetos de aprendizaje debe tener un contexto, el cual es creado durante el ensamblado. De hecho, el diseñador instruccional deberá proporcionar el contexto o dar al aprendiz la oportunidad de crear su propio contexto. Finalmente, el OA debe estar estructurado como metadata, lo cual implica incluir etiquetas que faciliten su organización y recuperación.

Con el uso de OA, no solo se promueve el empleo de información producida sobre diversos temas para su máximo aprovechamiento, sino también se ponen en circulación herramientas para generar más información y conocimiento sobre problemas relevantes para una comunidad. El valor de los objetos está dado por la significatividad de la información para comunidades interesadas en determinados campos del saber y para la resolución de ciertos asuntos. La creación y disposición de recursos para el aprendizaje supone una visión de acumulación del capital académico que se da por ejercicio de la enseñanza, y que puede trascender el uso individual en el aula al ponerlo a disposición en red. El acento está puesto en la máxima distribución de la información producida, o como señala Chan (2002a) el valor de los objetos está dado por la cantidad de usuarios que consumen la información.

Si bien, en párrafos anteriores se han señalado bondades asociadas al uso de OA, también existen inconvenientes. En este sentido, Parrish (2004) en su trabajo intitulado *The trouble with learning objects* explora críticamente los beneficios propuestos en la literatura acerca de los OA, especialmente la escalabilidad y adaptabilidad. Con base en su análisis, se señalan una serie de problemas y sugerencias para la implementación efectiva de OA. A continuación se presenta una lista con los principales problemas que dicho autor encuentra:

- La disposición de prestar y compartir objetos educativos es dudosa;
- supone que crear, distribuir y combinar objetos de aprendizaje no genera costos extras;
- falta de interés en docentes para reutilizar materiales educativos;
- no existe un conocimiento sin contexto, por lo que se requiere de un ambiente pedagógico contextualizado para la inserción de los OA;
- el reuso debe planearse, y
- la evaluación por expertos a los objetos es difícil.

Con relacion a las sugerencias, a continuación se señalan aquellas que Parrish (2004) considera relevantes:

- Los objetos de aprendizaje deben ser componentes de un sistema mayor;
- se recomienda incluir un diseño pedagógico adecuado;
- se debe proporcionar apoyos a la instrucción, y
- se deben buscar fondos para desarrollar investigación al respecto.

Un punto que reviste especial importancia cuando se propone un desarrollo educativo con inserción de objetos de aprendizaje, es la secuencia de presentación de los objetos, que estará relacionada con el contexto que se pretenda considerar. Indudablemente, el web es visto como una herramienta poderosa para buscar, coleccionar y entregar información, así como para establecer comunicación con expertos. Pero para ello, como señala Cassarino (2003) es necesario determinar las especificaciones que debe tener un diseño de instrucción en el web y la forma de

organizar los contenidos. Según el autor antes mencionado, un ambiente de aprendizaje en el web debe diseñarse a partir de las necesidades del aprendiz, de estrategias instruccionales, de un contenido jerárquico, de práctica y evaluación. Además, los principios educativos del diseño deben considerar la sobrecarga cognitiva y la capacidad limitada del procesamiento de información de las personas. Así, un modelo instruccional para el web se recomienda que contenga una interfaz de tres áreas: navegación, presentación y modelo de instrucción, de tal forma que dicha interfaz se asemeje a un “panel cognitivo”.

En otro estudio, Hamel y Ryan-Jones (2002) visualizaron un diseño instruccional para aplicaciones educativas en el web con inserción de objetos de aprendizaje. Dichos autores señalan algunas consideraciones para el diseño, entre las que destacan las siguientes: i) los objetos deben ser unidades de instrucción independientes; ii) utilizar un formato instruccional estándar; iii) el tamaño de los objetos debe ser relativamente pequeño; iv) la secuencia de objetos debe tener un contexto y, finalmente, v) deben incluir meta-etiquetas.

Una vez que se han revisado varios conceptos alrededor del desarrollo de objetos de aprendizaje, es conveniente puntualizar aquellos que revisten especial atención para el desarrollo de la presente tesis. Un punto de acuerdo sugiere que el tamaño de los OA debe ser relativamente pequeño; esto conlleva a delimitar los temas a tal grado que puedan obtenerse entidades pedagógicas autónomas. Si bien en la práctica esto es difícil, en la presente investigación se propuso llegar a un consenso en la delimitación de los temas a partir de la reflexión y análisis con los docentes expertos en la materia.

Otra dimensión problemática es el señalamiento que un OA debe tener un contexto mínimo. Uno de los problemas, es precisamente, lograr extraer o dejar al mínimo el contexto del cuerpo del OA, cuando por contraparte, algunos autores como Parrish (2004) menciona que no existe conocimiento sin contexto, y que es éste precisamente, el que facilita la apropiación de significados. En este trabajo, se propone manejar el contexto dentro de las lecciones de Estadística; es decir, el OA tendrá un contexto mínimo, sin embargo, las lecciones le proporcionan el contexto suficiente para que el estudiante logre un aprendizaje significativo. Por lo anterior, el

diseño pedagógico que se propondrá, permite el manejo de OA en el web y es lo suficientemente versátil para proporcionarles a los usuarios de las lecciones una adecuada contextualización.

2.4. Experiencias internacionales de aplicación de OA y estrategias constructivistas

En los países desarrollados, ha habido un notable incremento en el desarrollo de aplicaciones educativas mediante el uso de objetos de aprendizaje. Como resultado, en países como los Estados Unidos y Canadá se tienen grandes bancos de objetos de aprendizaje, como: MERLOT (*Multimedia Educational Resources for Learning an Online Teaching*), CAREO (*Campus Alberta Repository of Educational Objects*), SPLASH-POOL (*The Portal for Online Objects in Learning*), por mencionar algunos. Los diseñadores de cursos frecuentemente recurren a estos bancos de OA, que en su mayoría son gratuitos, con la intención de encontrar objetos que permitan mejorar los contenidos en los cursos en línea.

Una experiencia interesante del uso de OA fue desarrollada en la universidad de Athabasca, donde implementaron un curso universitario en línea con base en este tipo de entidades (Wilhelm, 2004). La investigación asociada, tuvo como uno de sus objetivos, precisar si el uso de OA disponibles en Internet facilitarían la producción de cursos universitarios en línea desde un punto de vista de eficiencia organizacional, costos y utilidad pedagógica. El equipo desarrollador evaluó de manera reflexiva los problemas que enfrentó y examinó otros diseños. La realización y la evaluación del curso implementado fueron en un contexto de producción "natural". La información se recopiló en bitácoras, discusiones grupales y por comparación de fuentes. De manera general, concluyeron que la práctica de OA está en un estado incipiente. Se carece de un sistema simple y universal para la creación y transferencia de actividades educativas. Además, los OA que hoy están disponibles no son específicos para algún curso debido a la diversidad de niveles de aprendizaje requeridos.

En un esfuerzo similar, en la universidad de Newfoundland (Murphy, 2004), diseñaron una experiencia de aprendizaje con OA para ilustrar como los atributos de granularidad (refiere al tamaño del objeto), reusabilidad (capacidad de usar el OA en múltiples medios), interoperatividad

(capacidad de usar el OA en hardware y sistemas operativos diversos) y escalabilidad (capacidad de usar el OA en grupos de diferentes tamaños) pueden ser operacionalizados. Esta experiencia pretendió también ilustrar la forma en como los objetos pueden ser secuencializados instruccionalmente. El diseño de la experiencia (módulo con objetos) representó un intento preliminar de movernos de la teoría a la práctica. En gran medida, la riqueza del estudio consistió en lograr presentar ejemplos de la operacionalización antes mencionada.

En un estudio hecho en la *London Metropolitan University*, Boyle (2003) exploró y delineó principios para manejar la autoría mediante el reuso de OA. El estudio se basó en la intervención en el desarrollo del temario (*syllabus*), la organización del aprendizaje y la introducción de nuevos materiales para *e-learning* por la vía de objetos de aprendizaje para el curso de Introducción a la programación.

De las conclusiones obtenidas en dicho trabajo destacan las siguientes: i) fue posible crear diferentes *syllabus* para diferentes necesidades mediante el manejo de objetos de aprendizaje; ii) el esquema de navegación fue diferente cuando se incorporan objetos de aprendizaje ya que es posible obtener una amplia gama de *syllabus*, en función de la experiencia de aprendizaje deseada; iii) se distingue entre un objeto simple y uno compuesto, siendo éste último, el enlace entre dos objetos simples y finalmente, iv) no es suficiente establecer los criterios técnicos para la generación de objetos, es necesario revisar los contenidos ya que desde una perspectiva pedagógica ello es fundamental.

En la Facultad de Agricultura y Ciencias Biológicas Aplicadas de la Universidad de Ghent, Bélgica, un grupo de investigadores desarrolló una investigación con el propósito de implementar y evaluar el uso de objetos de aprendizaje organizados en un curso formal (*Noise Pollution*) específicamente para evaluar el impacto de esta innovación en el aprendizaje, en el cambio de actitudes y forma de aprender de los estudiantes y en la opinión global del curso. Los resultados obtenidos muestran un panorama complejo del impacto de incorporar objetos de aprendizaje en un curso formal; sin embargo, fue posible precisar los siguientes resultados: i) los niveles de aceptación de los estudiantes a la innovación aplicada fueron altos y se percibió como útil; ii) se encuentran ventajas de usar el web, específicamente en aquellos tópicos que los estudiantes consideraron más

difíciles; iii) se percibe como más complejo un tópico que se muestra en el web debido a la información adicional y/o enlaces generando la idea de que es necesario ampliar el estudio (Van Zele, Vandaele, Botteldooren y Lenaerts, 2003).

Otro estudio que llama la atención, desde el punto de vista de la didáctica de la Estadística fue el realizado por Lawrence y Shingania (2004), quienes exploraron las estrategias requeridas para la enseñanza de dicha materia. Para ello, compararon el desempeño académico y los niveles de deserción de los estudiantes que incursionan en un curso de Estadística con modalidad a distancia *versus* la modalidad tradicional. El estudio también comparó la modalidad de exámenes basados en problemas *versus* los de opción múltiple. Los resultados obtenidos mostraron que los estudiantes a distancia no son tan eficientes como los estudiantes convencionales. Sin embargo, con el tiempo, la brecha tiende a disminuirse de tal forma que: el desempeño de los estudiantes a distancia se incrementa y el porcentaje de deserción disminuye. Con relación al tipo de examen, los estudiantes prefirieron los exámenes de opción múltiple, ya que se sienten más relajados y tienen experiencias más positivas en el curso; sin embargo, no se presentaron diferencias significativas en el desempeño global de los estudiantes. Respecto a la evaluación del instructor, los estudiantes señalaron la equivalencia en el uso de ambas modalidades (no diferencias significativas).

En la Universidad de Bloomsburg, Pennsylvania, Grandzol (2004) desarrolló y evaluó un modelo que incluye estrategias de aprendizaje para un ambiente en línea de un curso de Estadística enfocado a la administración. En dicho modelo, se consideraron los elementos principales de un curso tradicional, pero con su equivalente en línea. Los resultados del estudio muestran que es posible migrar hacia cursos en línea, pero la transición debe ser cuidadosamente diseñada. Además, no se encontraron diferencias significativas con los resultados obtenidos entre el curso tradicional y el curso en línea.

Una experiencia interesante, fue desarrollada por Brown y Kulikowich (2004), quienes examinaron los efectos de la modalidad a distancia con relación al formato tradicional para un curso de Estadística. La estrategia instruccional consistió de una aproximación teórica basada en problemas, donde a los participantes se les proporcionó un conjunto de datos con su respectiva

descripción. Los resultados mostraron que el curso a distancia puede considerarse como equivalente al tradicional tanto en conocimiento adquirido como en actitudes hacia el curso.

En otro estudio, McMillan (2001) plantea una serie de sugerencias pedagógicas para la enseñanza de la Estadística, destacando la necesidad de identificar la pedagogía adecuada según el contenido y el tipo de competencias que el aprendiz requiere. Con relación al uso efectivo de tecnología para la enseñanza de la Estadística, el autor sugiere balancear el uso de instrucción basado en web con contactos interpersonales directos. Sugiere también enseñarles el uso de software estadístico de apoyo, suministrarles datos y casos reales, usar sitios y recursos relevantes de Internet y mantener una comunicación efectiva por las vías electrónicas (correo electrónico, foros asíncronos, *chats*).

Una investigación peculiar acerca de un curso de Estadística en un ambiente universitario fue desarrollada por Davis (2004). Lo distintivo fue el enfoque utilizado basado en ejemplos. Según el autor, el método tradicional de lecturas fomenta una relación pasiva con los estudiantes; mientras que la pretensión es ayudar a los estudiantes a ser más activos e independientes. Resalta el hecho que muchos de los estudiantes en el curso habían tenido experiencias no exitosas en cursos de matemáticas previos. En dicha investigación, se implementó una estrategia colaborativa para propiciar la ayuda mutua entre los estudiantes y fomentar las relaciones interpersonales. Se promovieron el sentido de comunidad y una actitud para compartir recursos. La estructura de las clases fue mediante videoclips, discusiones, juegos, crucigramas y en general actividades de aprendizaje mediante ejemplos. El enfoque metodológico fue el estudio de caso interpretativo. Los resultados obtenidos muestran un aprendizaje significativo en los estudiantes y las bondades de la estrategia didáctica utilizada.

Un estudio interesante acerca de la exploración de un marco teórico para la enseñanza de la Estadística fue desarrollado por Mills (2003). En su estudio, revisó diferentes perspectivas teóricas de cómo los estudiantes aprenden Estadística, apoyándose de simulación computacional. De los resultados obtenidos, destacan los siguientes: el aprendizaje de la Estadística puede facilitarse mediante aplicaciones computarizadas basadas en el constructivismo y en el llamado 'cambio conceptual'. Así, los estudiantes tienen la oportunidad de construir su

propio aprendizaje acerca de conceptos estadísticos a partir de la simulación computarizada y logran asimilar esta nueva información a su conocimiento previo.

2.5. Experiencias nacionales y locales de aplicación de OA y estrategias constructivistas

En México, son escasos los desarrollos que incorporan OA en educación a distancia. A continuación se describen algunas acciones de investigación y eventos en torno a esta temática.

En octubre de 2006, la Universidad de Colima organizó el congreso anual llamado *DC-2006 International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*, siendo el tema de este año "*Metadata for Knowledge and Learning*". En dicho congreso, se presentaron trabajos relacionados con objetos de aprendizaje, realizados en universidades mexicanas como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN) y Universidad de Guadalajara (UdG), entre otras.

Por su parte, la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, A.C. (CUDI) organizó en el verano de 2006, el diplomado "Objetos de aprendizaje; hacia la conformación de una red de repositorios". Dicho diplomado se diseñó con el propósito de brindar a la comunidad de educación superior, la información necesaria para la comprensión, diseño y manejo de objetos de aprendizaje; así como también para la conformación de acervos de objetos y redes distribuidas de los mismos. Participaron en el diseño general de los OA, investigadores de seis instituciones universitarias que pertenecen a CUDI como: UdG, Universidad de Colima, UNAM, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Universidad Autónoma de Cd. Juárez y el IPN.

Con relación a los apoyos gubernamentales para apoyar la investigación alrededor de los objetos de aprendizaje, en el año 2003, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y CUDI emitieron la convocatoria de investigación donde se aprueba el proyecto multidisciplinario e interinstitucional: Desarrollo de un repositorio nacional para objetos y redes de objetos de aprendizaje. Las instituciones participantes fueron: UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Laboratorio Nacional de Informática Avanzada y la Universidad de Guadalajara. En la misma

línea, en 2005, la Secretaría de Educación Pública (SEP), en conjunto con la UNAM (Martínez-Peniche, Castañeda y Enríquez, 2004) establecieron un fideicomiso para proyectos vinculados con la "Construcción de acervos de objetos de aprendizaje aplicables a la enseñanza a nivel licenciatura".

De las universidades del país que destaca por los esfuerzos realizados en investigación en torno a la educación a distancia en lo general y de objetos de aprendizaje en lo particular se encuentra la Universidad de Guadalajara, específicamente la Coordinación General del Sistema para la Innovación del aprendizaje (INNOVA). Dicha universidad colaboró con la Universidad Abierta de Cataluña en un proyecto conjunto con atención en los criterios sociales, psicopedagógicos y su articulación con los fundamentos tecnológicos para la producción de objetos de aprendizaje (Chan, 2002b). Otras universidades que también registran trabajos hechos en el campo de los objetos de aprendizaje son: Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad de las Américas (Puebla), por mencionar algunas.

Por su parte, en el Instituto Politécnico Nacional, desarrollaron materiales (polilibros) bajo el esquema de objeto de aprendizaje, mucho antes de que se mencionaran como tal; sin embargo, se confundió en la sintaxis por *libros electrónicos del politécnico*, aunque en realidad tenían este nombre por su función *polimodal* con que serían utilizados dentro del *Espacio Virtual de Aprendizaje* (EVA) en el que fueron concebidos. Es necesario observar también que en el Instituto Politécnico Nacional los objetos de aprendizaje conforman parte de los *Contenidos Educativos Digitales*. Actualmente, la comunidad politécnica ha conformado un grupo institucional para impulsar el incremento de contenidos bajo la modalidad de los objetos de aprendizaje para fomentar, distribuir y evaluar los materiales con este enfoque como una de las líneas de trabajo impulsadas por la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet.

Recientemente, en el Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada (CICESE) desarrollaron un modelo de presentaciones personalizadas hipermedia para la enseñanza de las matemáticas. En dicho modelo se realizan presentaciones personalizadas de conocimiento matemático de acuerdo a las aptitudes y preferencias personales del usuario, o aprendiz que hace uso de dicho sistema programático (Briseño y García, 2004).

En el caso de la UABC, se han realizado esfuerzos notables en el campo de la educación a distancia. Recientemente, se desarrolló la plataforma de UABC-Virtual (Meza y Álvarez, 2002) la cual se ha utilizado para alojar cursos formales al nivel licenciatura. En 2003, el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo convirtió a modalidad *Online* el programa de la Maestría en Ciencias Educativas (Lavigne, Aguirre y Organista, 2003). Por su parte, el Dr. Luis Lloréns incorporó a la red Internet el seminario en línea⁹ "Temas selectos de Metodología de la Investigación", el cual es cursado por gran cantidad de alumnos académicos, como parte fundamental de su formación docente. En marzo de 2006, fue creado¹⁰ el Centro de Educación Abierta (CEA) de la UABC, con el objetivo de proporcionar servicios institucionales de administración de cursos en línea, bajo la visión y estructura de red de colaboración y comunidades de práctica que ha sido el eje de los programas que antecedieron su creación.

Es de notar que los esfuerzos tecnológicos antes mencionados, se han dirigido a desarrollar un ambiente de gestoría o a la transformación de cursos completos, pero no se ha abordado la temática de generación de cursos o lecciones a partir de incorporar estrategias constructivistas y objetos de aprendizaje como insumos básicos. De manera específica en el campo de los OA, solo se registran los avances preliminares de la presente investigación en Organista y Lavigne (2006) y Organista y Cordero (2006).

Con base en lo anterior, en el presente trabajo de investigación se propuso dar respuesta a una serie de interrogantes, mismas que fueron presentadas en el capítulo anterior. Por su relevancia, a continuación se muestran algunas de esas preguntas: *¿Cuál es el efecto de una innovación educativa (lecciones de Estadística en línea desarrolladas con base en el constructivismo y que usa OA) sobre el aprendizaje de los estudiantes participantes? ¿Es posible mejorar la enseñanza de la Estadística a partir de lecciones basadas en el constructivismo y OA? ¿Cuál es la actitud de los estudiantes hacia la Estadística antes y después de la aplicación de las lecciones en línea? ¿Cuál es la opinión de los participantes (alumnos y maestros) acerca del uso de la tecnología en el proceso educativo? ¿Qué implica desarrollar materiales educativos en línea considerando un diseño instruccional basado en OA? ¿Cuáles fueron los principales problemas (pedagógicos y técnicos) que se presentaron?*

⁹ Disponible en: <http://aulas.mx1.uabc.mx/red/>

¹⁰ Su fundador y actual Coordinador es el Dr. Luis Lloréns Báez. Mayor información acerca del CEA se registra en el sitio web: <http://cea.mx1.uabc.mx/>

3. METODO

El enfoque de investigación se presenta bajo la perspectiva de *Investigación y Desarrollo*, el cual ha tenido gran aceptación en años recientes, especialmente para investigaciones educativas que presentan un desarrollo tecnológico o producto que se inserta en un ambiente educativo natural (Charles 1988; Gall, Borg y Gall, 1996). El desarrollo aquí expuesto presenta un enfoque pedagógico que se ubica dentro de un entorno de trabajo constructivista, donde las estrategias utilizadas se basaron en la interacción, en la resolución de problemas y en la comunicación; por su parte, el profesor fue visto como un mediador mientras que al alumno se le confirió un mayor nivel de autonomía y responsabilidad de su aprendizaje. Con base en lo anterior, el presente capítulo se organiza en dos grandes secciones: **desarrollo de las lecciones de Estadística e investigación pedagógica de la aplicación de las lecciones**, mismas que se describen a continuación.

3.1. Desarrollo de las lecciones de Estadística

En esta primera sección, se describen las etapas que se siguieron para desarrollar las lecciones de Estadística. Se inicia con un *análisis preliminar de componentes* de lo que implicó desarrollar tales lecciones bajo un enfoque constructivista y con la utilización de OA. Se sigue con la *selección y organización de contenidos* de Estadística. Posteriormente, se describe la *didáctica de la Estadística* utilizada. La etapa siguiente, del *diseño de las lecciones*, proporciona una visión del diseño instruccional para las lecciones considerando las estrategias constructivistas ya mencionadas y la incorporación de OA. La etapa de *implementación* trata de los aspectos técnicos necesarios para desarrollar las lecciones. Se continúa con la *descripción de las lecciones* desarrolladas y finalmente, en la etapa de *validación* se describe la forma como se realizó la evaluación técnica de las lecciones.

3.1.1. Análisis preliminar de componentes

El presente desarrollo se considera un objeto de estudio multivariado donde se involucran principalmente la Estadística, algunas estrategias constructivistas y los OA, todos ellos articulados en un ambiente vía Internet. Un punto de partida es el acuerdo para la delimitación de los temas estadísticos según los docentes participantes. A partir de esta delimitación temática se articula una didáctica constructivista que incorpora las estrategias de interacción con objetos, resolución de problemas y la comunicación. Con los *corpus* de información obtenidos, se propone un diseño instruccional que considera OA. Finalmente, los materiales estadísticos de apoyo bajo la forma de lecciones, se incorporan a un ambiente de aprendizaje en línea (ver Figura 3.1).

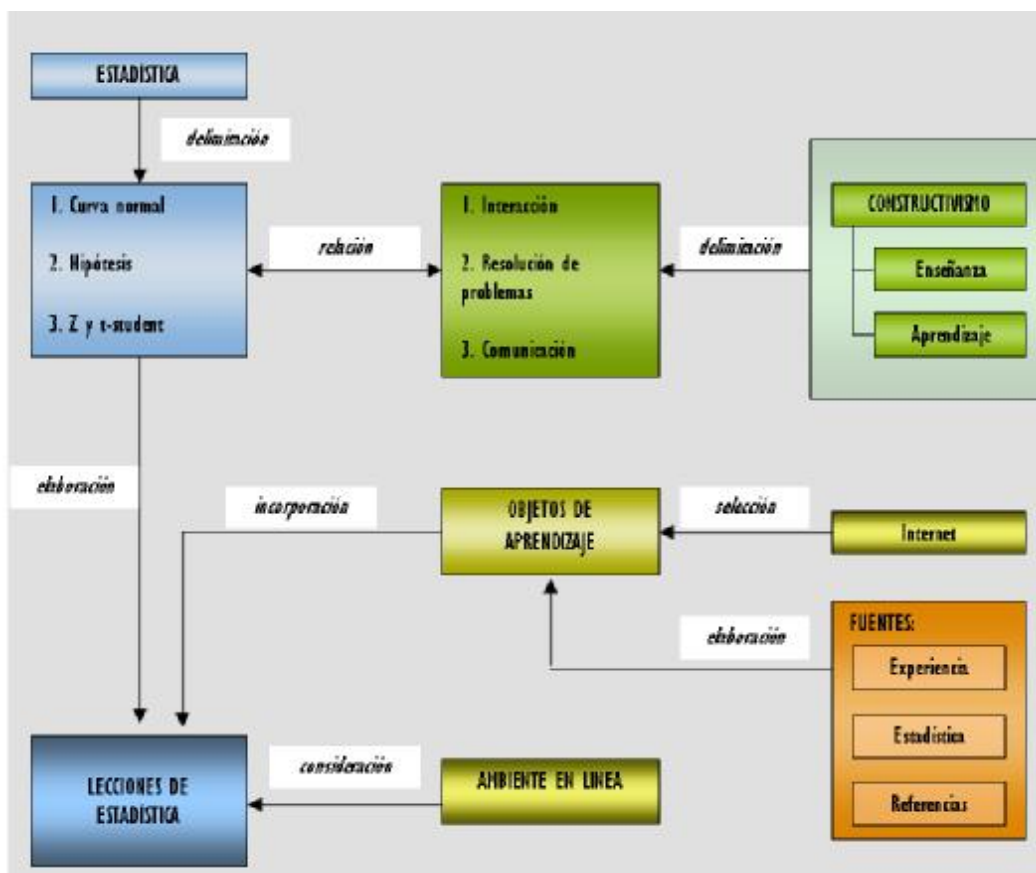


Figura 3.1. Principales componentes relacionados con la construcción de las lecciones de Estadística.

3.1.2. Selección y organización de contenidos

Para seleccionar los contenidos de las lecciones de Estadística, se revisaron las cartas descriptivas de los cursos de Estadística II y de Probabilidad y Estadística del tronco común en ciencias sociales de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la UABC Unidad Ensenada. La intención fue seleccionar aquellos temas que fueran comunes en dichos cursos, para así contar eventualmente con una población de mayor tamaño y mejorar el nivel de representatividad de los grupos seleccionados.

A partir de las cartas descriptivas, se consideraron las opiniones de 3 docentes de Estadística quienes colaboraron en la selección, delimitación y extensión de los contenidos de las lecciones. Como resultado de dichas opiniones, se decidió considerar la sección de *Análisis de diferencias* especialmente los temas de: i) La curva normal, ii) Hipótesis y iii) Contrastes Z y t-student (ver Tabla 3.1). Es de notar que la sección de Análisis de diferencias incluía dos temas adicionales (contraste ANOVA y chi-cuadrada) mismos que no fueron considerados por razones de tiempo y de recursos humanos y económicos.

Tabla 3.1. Temas de Estadística correspondientes al Análisis de diferencias

SECCIÓN	TEMAS
Análisis de diferencias	La curva normal
	Hipótesis
	Contrastes Z y t-student
	Contraste F (ANOVA)
	Contraste chi-cuadrada

Con los temas definidos como básicos por el grupo de expertos, se hizo un desglose de los contenidos para cada una de las lecciones, como se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Desglose de temas estadísticos considerados en las lecciones

LECCIÓN	CONTENIDOS
La curva normal	[Definición y características] [La curva normal estándar o tipificada] [El teorema del límite central]
Hipótesis	[Definición y características] [Tipos de hipótesis] [Hipótesis nula (Ho) / Hipótesis de investigación (Ha)] [Nivel de significancia] [Contraste de hipótesis] [Tipos de errores]
Contrastes Z y t-student	[Distribución Z] [Distribución t-student] [Consideraciones especiales]

A partir de los contenidos definidos, el desarrollo de las lecciones consideró un planteamiento pedagógico con base en OA que se articularon para dar forma a dichos materiales. Un punto fundamental de la presente investigación fue precisar la organización de las lecciones de Estadística a partir de la incorporación de dichos OA. En este sentido, Mohan (2004) aporta un diagrama interesante que muestra una posible organización y jerarquía de los constituyentes de un curso (ver Figura 3.2).

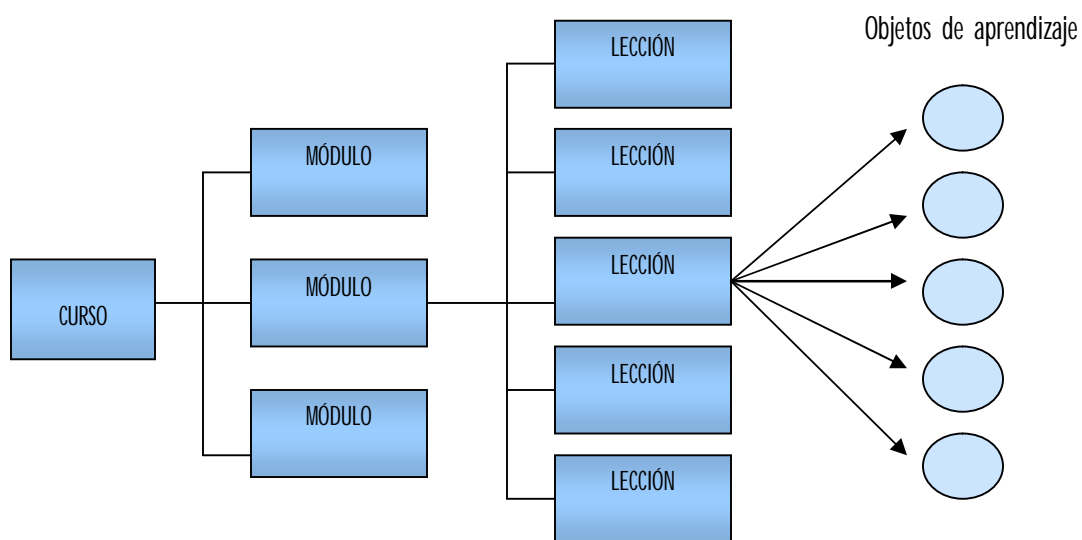


Figura 3.2. Jerarquía de las lecciones y objetos de aprendizaje en un curso, según Mohan (2004).

Con base en lo anterior, el desarrollo de las lecciones consideró conveniente asociar uno o varios OA a cada una de las temáticas de Estadística, como se muestra en la Figura 3.3.

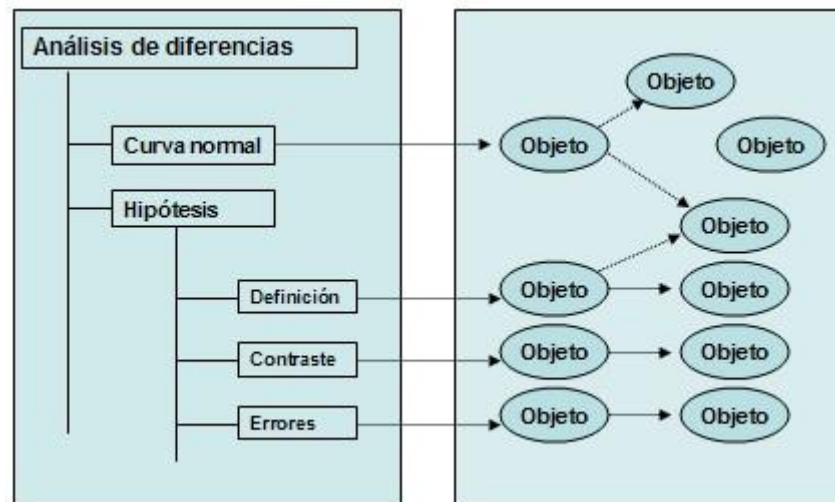


Figura 3.3. Ejemplo de objetos y sus posibles relaciones con un tema estadístico

Para establecer las clases de objetos que se pueden tener es necesario precisar el tipo de contenido de las lecciones así como de sus componentes. En este sentido, Rovira (2005) menciona que aquellos objetos que presenten las mismas características formarán una "clase" y a cada objeto concreto perteneciente a una clase se le llamará simplemente "objeto". Las conexiones físicas o conceptuales entre objetos se llaman "enlaces" y un grupo de enlaces del mismo tipo y con la misma semántica se denomina "asociación". Rovira (2005) identifica las principales clases de objetos de un hiperdocumento educativo en: i) artículo, ii) complemento, iii) test, iv) ensayo, v) charla/debate e vi) información general.

Considerando lo anterior, en las lecciones de Estadística se identificaron las siguientes clases de objetos:

- i) **Conceptos.** Son los materiales didácticos o apuntes de Estadística asociados a cada una de las lecciones. Se presentan en formato hipertextual y con recursos multimediales.
- ii) **Casos resueltos.** Son problemas resueltos con explicaciones para llegar a la solución.

- iii) **Herramientas.** Son recursos informáticos en la forma de archivos, programas o hipervínculos para utilizar información de apoyo estadístico a cada una de las lecciones.
- iv) **Información adicional.** Son recursos informáticos que se presentan como una relación de sitios web y archivos con información estadística complementaria a las lecciones.

Además de los objetos de aprendizaje, es necesario conformar el ambiente pedagógico que sirva de base para facilitar el aprendizaje del alumno. En este sentido, Janicki (2001) señala que un ambiente pedagógico debe considerar los siguientes elementos: i) propósitos de aprendizaje, ii) conocimiento previo requerido, iii) contenidos, iv) múltiples ejemplos y ejercicios, v) preguntas de evaluación y vi) realimentación. Por su parte, Roig-Vila (2005) menciona que el desarrollo de materiales educativos con objetos de aprendizaje debe incluir: i) introducción, ii) tarea, iii) proceso/actividades, iv) evaluación, v) conclusión y vi) orientación.

Con base en los señalamientos anteriores, el ambiente pedagógico donde se insertaron las lecciones de Estadística quedó conformado como se muestra en la Tabla 3.3. La descripción completa de cada una de las secciones se presenta en el apartado del diseño.

Tabla 3.3. Secciones de las lecciones y tipo de organización de la información.

SECCIÓN	ORGANIZACIÓN
1. Ruta de aprendizaje	Hipertextual/libre
2. Problema guía	Hipertextual/libre
3. Objetivo	Hipertextual/libre
4. Conceptos	OA
5. Casos resueltos	OA
6. Herramientas	OA
7. Información adicional	OA
8. Contacto	Hipertextual/libre
9. Foro	Hipertextual/libre
10. Evaluación	Hipertextual/libre

3.1.3. Didáctica de la Estadística

Como se mencionó en el capítulo del marco teórico, la didáctica de la Estadística que aquí se propone, toma sus bases en algunas de las aportaciones teóricas de Piaget, Bruner y Vigotsky, especialmente aquellos señalamientos sobre la interacción con objetos, la resolución de problemas y la comunicación, esta última como base para el aprendizaje en un contexto social. A continuación se resume la forma como se consideraron dichos señalamientos en las lecciones de Estadística.

Interacción sujeto-objeto. Esta estrategia se basa en la idea central de la teoría de Piaget de que el sujeto construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad; la acción precede siempre al conocimiento. La consideración de esta estrategia en las lecciones de Estadística recurre a la utilización de OA, secciones hipertextuales, gráficos y materiales multimedios, entre otros, para propiciar la interacción de los estudiantes con dichos cuerpos de información y facilitar la enseñanza de la temática.

Resolución de problemas. De acuerdo con Bruner (1956; citado en Abbey, 2000), el alumno es el eje central del proceso de aprendizaje. Para él, es el alumno, quien se enfrenta a crecientes desafíos para potenciar su capacidad de resolver situaciones problemáticas y así posteriormente hacer transferencia de su aprendizaje a situaciones nuevas. Esta estrategia se considera a lo largo de las lecciones de Estadística mediante la presentación al alumno de un problema-guía, una serie de problemas por resolver y casos resueltos. Se tratan de problemas no rutinarios, que requieren de una verdadera actividad de resolución por parte del alumno, quién al resolverlos, propiciará el aprendizaje de la temática donde esté inmerso el problema.

Comunicación/colaboración social. Para Vigotsky (1981), en la construcción de significados, la comunidad tiene un rol esencial. Sus aportaciones teóricas frecuentemente se le asocian a la teoría del constructivismo social que enfatiza la influencia de los contextos sociales y culturales en el conocimiento. Dicho autor sostiene que el aprendizaje es una actividad social y colaborativa. Esta estrategia se considera en las

lecciones de Estadística mediante la inserción de situaciones problemas, donde la resolución del problema esta planteada en términos de la colaboración grupal, específicamente de la comunicación entre estudiantes y entre estudiantes-tutor. Para ello, se utiliza el medio electrónico para ofrecer servicios de comunicación como *chat*, foros asincrónicos y correo electrónico.

Considerando lo anterior, la teoría de enseñanza de la Estadística que mejor se adapta a los propósitos de la presente investigación es una combinación de las antes descritas. Así, la actividad de resolución de problemas, las interacciones con objetos y el componente social del aprendizaje sirvieron de base para la construcción pedagógica de las lecciones de Estadística en línea (ver Figura 3.4).



Figura 3.4. Propuesta didáctica para la elaboración de las lecciones.

3.1.4. Diseño de las lecciones

Para el diseño de las lecciones, se consideró un enfoque instruccional para el web, con una interfaz de tres áreas: a) navegación, b) presentación de la información y c) modelo instruccional (ver Figura 3.5), conforme a las recomendaciones de Cassarino (2003).

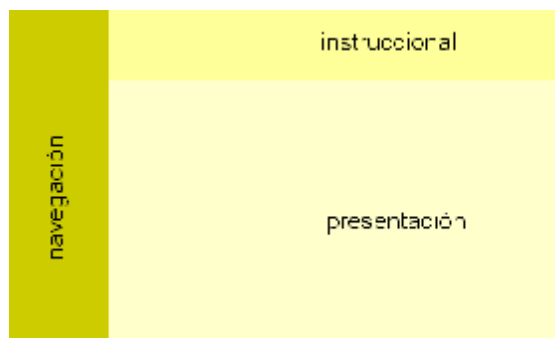


Figura 3.5. Diseño instruccional de tres áreas sugerido para alojar las lecciones

El área *instruccional* del diseño comprende todos los módulos u OA que conformaron el ambiente pedagógico. Aquí se incluyeron: i) el objetivo, ii) los conceptos/apuntes, iii) los casos resueltos, iv) las herramientas, v) el foro de discusión, vi) la evaluación, entre otros puntos.

En el área de *navegación* se insertaron las opciones a hipervínculos internos y externos y la posibilidad de ir a un documento específico. Se incluyó una línea de texto que indicaba la trayectoria jerárquica de los documentos o enlaces conforme se navegaba por las lecciones. De esta forma, la sección de navegación le proporcionó al estudiante la posibilidad de recorrer todas las opciones y de contar con un nivel de referencia o ubicación permanente dentro del sitio web.

El área de *presentación* comprendió la zona de mayor despliegue de la pantalla. Los contenidos de texto y/o hipermedios se mostraron en esta área. En su conjunto, el diseño propuesto por Cassarino (2003) resultó eficiente para combinar los aspectos de presentación de la información, guías de navegación e información instruccional.

De acuerdo con Wilhelm (comunicación personal, 3 de agosto de 2005), un punto importante en el diseño instruccional es establecer aquellos elementos que son comunes a todas las lecciones y que pueden accederse por todos los usuarios. Dichos elementos son referidos como universales. La Tabla 3.4 muestra los principales universales considerados en las lecciones y una breve descripción de los mismos.

Tabla 3.4. Descripción de los universales utilizados en las lecciones.

UNIVERSAL	DESCRIPCIÓN
1. RUTA DE APRENDIZAJE	Es el espacio designado para describir, de manera breve, la estrategia pedagógica recomendada para la lección, sus componentes y la forma de navegación dentro y fuera de la misma.
2. PROBLEMA-GUIA	Muestra una serie de problemas, como punto de partida al estudio de la temática estadística. Se incluyen sugerencias en línea para encontrar la solución. Es posible responder en línea a cada problema y recibir retroalimentación inmediata.
3. OBJETIVOS	Describe de manera general el propósito de la lección. Se incluyen los objetivos específicos.
4. CONCEPTOS	Son los materiales didácticos o apuntes de Estadística asociados a cada una de las lecciones. Se presentan en formato hipertextual y con recursos multimedios. Básicamente, es el contenido estadístico sobre el cual se articula la lección.
5. CASOS RESUELTOS	Son problemas inmersos en un contexto, cuya solución se describe de forma detallada. Cada caso se enfoca sobre un subtema o condición específica.
6. HERRAMIENTAS	Son recursos informáticos en la forma de archivos, programas, hipervínculos, objetos de aprendizaje, artículos en línea, entre otros, de apoyo estadístico a cada una de las lecciones. A partir de la interacción con dichos recursos el estudiante podrá resolver los problemas propuestos en la lección.
7. INFORMACION ADICIONAL	Son recursos informáticos que se presentan como una relación de sitios web y archivos con información estadística complementaria a las lecciones
8. COMUNICACIÓN	Es el espacio electrónico para la comunicación. A partir del <i>chat</i> , foro asincrónico en línea, correo electrónico o teléfono, el estudiante puede establecer comunicación con sus compañeros o tutor.
9. EVALUACION	Consiste de una serie de reactivos en línea sobre la temática estadística de cada lección.

Con los universales ya establecidos, se revisó que la orientación pedagógica de los mismos se dirigiera sobre las estrategias de interacción, comunicación y resolución de problemas. De esta forma, la Tabla 3.5 da cuenta de la orientación pedagógica utilizada en cada universal.

Tabla 3.5. Orientación pedagógica considerada en cada universal.

UNIVERSAL	Orientación pedagógica centrada en:		
	Interacción (La curva normal)	Comunicación (Hipótesis)	Resolución de problemas (Contrastes z/t)
1. RUTA DE APRENDIZAJE	Muestra el panorama global de la lección y resalta la <i>interacción</i> como estrategia base de la lección.	Muestra el panorama global de la lección y resalta la <i>comunicación</i> como estrategia base de la lección.	Muestra el panorama global de la lección y resalta la <i>resolución de problemas</i> como estrategia base de la lección.
2. PROBLEMA-GUIA	La solución a cada problema requiere de la interacción con el contenido de las lecciones y con los objetos de aprendizaje.	Para solucionar cada problema se requiere que el estudiante revise los conceptos y posteriormente discuta con sus compañeros y tutor por la vía de los foros asincrónicos.	La solución a cada problema requiere que el estudiante revise otros problemas similares, cuya solución le darán ideas de como resolver el problema de su interés
3. OBJETIVOS	El enunciado sugiere la interacción con los contenidos y los objetos de aprendizaje para el logro de la meta de aprendizaje.	El objetivo se centra en incentivar una solución a cada problema a partir del diálogo entre compañeros y docente.	Sugiere que el estudiante resuelva problemas pertinentes o similares que le permitan proponer soluciones a los suyos.
4. CONCEPTOS	La enseñanza de conceptos y procedimientos estadísticos utiliza el potencial interactivo del web para facilitar su comprensión.	La enseñanza de conceptos y procedimientos estadísticos se basa en la revisión de los materiales educativos y en la discusión y síntesis entre compañeros y tutor.	La enseñanza de conceptos y procedimientos estadísticos se basa en la revisión y resolución de problemas.
5. CASOS RESUELTOS	Cada caso comprende una solución contextual para un caso específico, con énfasis en elementos interactivos.	Se incluyen casos donde la discusión es un elemento fundamental para encontrar la solución a un problema.	Los casos incluidos tienen énfasis en problemas similares o pertinentes a la temática.
6. HERRAMIENTAS	Conjunto de programas, hipervínculos y OA para que el alumno interactúe y propicie su aprendizaje estadístico.	Se incluyen programas, hipervínculos y OA por medios electrónicos para propiciar la comunicación acerca del tema.	Incluye programas, enlaces y objetos que, mediante la incorporación de problemas facilite la comprensión del tema.
7. INFORMACIÓN ADICIONAL	Consiste de hipervínculos a otros materiales en línea para reforzar la temática estadística vista.		
8. COMUNICACIÓN	Es el espacio de comunicación por medios electrónicos, <i>chats</i> , foros asincrónicos y correo electrónico, para que el alumno establezca comunicación entre sus compañeros y tutor.		
9. EVALUACIÓN	A partir de una serie de reactivos, el alumno podrá reflexionar sobre el logro de sus metas de aprendizaje.	A partir de la solución propuesta a cada problema, derivada de la discusión entre los estudiantes y estudiantes-tutor, se reflexionará sobre la meta de aprendizaje lograda.	A partir del análisis y solución propuesta a cada problema, se reflexionará sobre el logro de aprendizaje logrado.

3.1.5. Implementación de las lecciones

Dada la complejidad de los requerimientos técnicos para la implementación de las lecciones de Estadística fue necesario utilizar una plataforma que fuera lo suficientemente robusta para la administración de la información en el web y que proporcionara herramientas de comunicación y de seguimiento (*tracking*) de la actividad de los usuarios. Por ello, se consideró el ambiente de gestoría para cursos en línea de código abierto MOODLE¹ versión 1.4.1. La palabra Moodle es un acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos), lo que resulta fundamentalmente útil para programadores y teóricos de la educación.

Moodle es un paquete de software para la creación de cursos basados en Internet y sitios web. Es un desarrollo de software estable, diseñado para dar soporte a un marco de educación constructivista. Se distribuye gratuitamente como software libre (*Open Source*) con licencia pública o sin fines de lucro. De acuerdo con la información difundida en el sitio web de Moodle², el marco de educación constructivista de Moodle, se explica bajo cuatro conceptos principales:

- i) **Constructivismo.** Este concepto sostiene que la persona *construye* activamente nuevos conocimientos a medida que interactúa con su entorno. Todo lo que un estudiante lee, ve, oye, siente y toca se contrasta con su conocimiento anterior y si encaja dentro del mundo que hay en su mente, puede formar nuevo conocimiento que se llevará consigo. Este conocimiento se refuerza si puede usarlo con éxito en el entorno que le rodea.
- ii) **Construccionismo.** Explica que el aprendizaje es particularmente efectivo cuando se construye algo que debe llegar a otros.
- iii) **Constructivismo social.** Extiende las ideas anteriores a la construcción de cosas de un grupo social para otro, creando colaborativamente una pequeña cultura de objetos compartidos con significados también compartidos.

¹ <http://moodle.org>

² <http://docs.moodle.org/en/Philosophy>

iv) **Conectados y separados.** Esta idea explora más profundamente las motivaciones de los individuos en una discusión. Un comportamiento *separado* es cuando alguien intenta permanecer 'objetivo', se remite a los hechos y tiende a defender sus propias ideas usando la lógica y buscando agujeros en los razonamientos de sus oponentes. El comportamiento *conectado* es una aproximación más empática, que intenta escuchar y hacer preguntas en un esfuerzo para entender el punto de vista del interlocutor. El comportamiento *constructivo* es cuando una persona es sensible a ambas aproximaciones y es capaz de escoger la apropiada para cada situación particular.

Uno de los rasgos distintivos de Moodle es ser un producto activo y en constante evolución. A manera de síntesis, a continuación se presentan algunas de sus características:

- promueve una pedagogía constructivista (colaboración, actividades, participación activa en foros, entre otros);
- apropiada para el 100% de las clases en línea, así como para complementar el aprendizaje presencial;
- tiene una interfaz de navegador de tecnología sencilla, ligera, eficiente y compatible;
- es fácil de instalar en casi cualquier equipo que soporte PHP;
- los cursos pueden clasificarse por categorías, y
- un sitio Moodle puede albergar miles de cursos.

Por lo anterior, se consideró adecuado a los propósitos de la presente investigación, el ambiente de gestión Moodle, especialmente por el marco educativo constructivista que ofrece, así como por la capacidad de incorporar objetos de aprendizaje.

A continuación se detallan las principales actividades realizadas para implementar las lecciones de Estadística:

- i. Un punto de partida fue la configuración de un sitio web utilizando el software de licencia libre denominado Apache Server, así como la respectiva instalación de programas complementarios como PHP y MySQL. Estas dos últimas herramientas programáticas son requeridas durante la instalación de Moodle.
- ii. Una vez instalado Moodle, es necesario especificar el nombre del curso, generar los usuarios (estudiantes y maestros), así como asociar dichos usuarios al curso.
- iii. Ya configurado el servidor web, se requiere de la instalación de una estación de trabajo (remota) con programas para la edición en html y xml como: Dreamweaver, Flash, e Impatica, entre otros. Para el análisis estadístico y la generación de pantallas-muestra se requiere de la instalación del programa SPSS.
- iv. Desde la estación de trabajo se procede con la digitalización de los contenidos de cada una de las lecciones y OA definidos.
- v. A partir del diseño instruccional considerado, se procede a conformar un ambiente de aprendizaje en el servidor, transfiriéndole desde la estación de trabajo los contenidos digitalizados de las lecciones y de los OA.
- vi. Finalmente, se procede con la verificación del funcionamiento del ambiente de aprendizaje (<http://dell.ens.uabc.mx/estad/>) para las lecciones (enlaces, secuencia, hipervínculos, tiempo de respuesta, navegación, etc.).

La Figura 3.6 muestra la utilización de la plataforma Moodle para el caso específico de la lección de la curva normal. Se pueden observar las secciones: instruccional, de navegación en la parte superior de la pantalla y el área de despliegue.

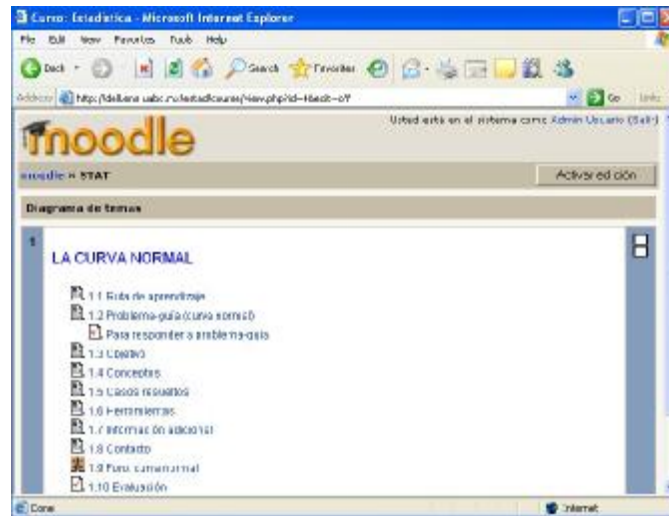


Figura 3.6. Menú principal de la lección de la curva normal

3.1.6. Descripción de las lecciones

En cada una de las siguientes figuras se presenta una breve descripción de las estrategias pedagógicas incorporadas en las lecciones.

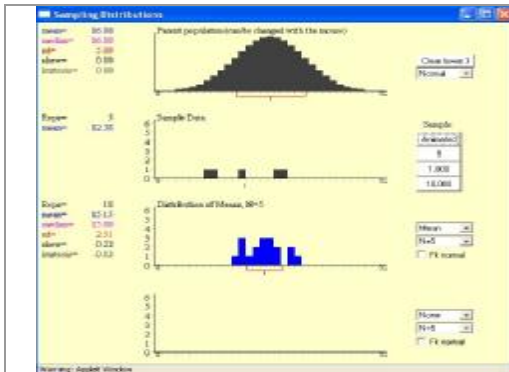


Figura 3.7. Ejemplo de interacción

La lección de la curva normal presenta diversos objetos de aprendizaje y herramientas del web para propiciar la interacción con el estudiante. El ejemplo que se muestra, fue tomado de *Rice Virtual Lab in Statistics*³. La descripción completa de la lección de la curva normal se presenta en el Anexo A.1.



Figura 3.8. Foro de comunicación asincrónica

La lección de la hipótesis incluye diversas herramientas para facilitar la comunicación entre estudiantes y estudiante-tutor. Destacan el foro asincrónico y correo electrónico. Una descripción detallada de ésta lección se presenta en el Anexo A.2.



Figura 3.9. Ejemplo de problema

La lección de contrastes Z y t-student se basa en la resolución de problemas. Aquí se incluyen ejemplos, casos resueltos y problemas por resolver. Mayor detalle de la lección se muestra en el Anexo A.3.

³ <http://onlinestatbook.com/rvls.html>

3.1.7. Validación de las lecciones

El proceso de validación consistió en la revisión exhaustiva del funcionamiento de cada una de las lecciones en línea, así como de sus componentes principales como: objetos, imágenes, segmentos audiovisuales, hiperenlaces, tiempos de acceso, ayuda proporcionada, entre otros puntos. Para ello, se solicitó la opinión de tres docentes de Estadística tanto para los aspectos técnicos como didácticos de las lecciones. La estrategia consistió en pedirle a cada docente que revisara cada opción contenida en las lecciones de Estadística en línea. Después de diez días, se procedió a preguntarle a cada docente, de manera directa y personal, por sus comentarios, críticas y observaciones, las cuales se dirigieron principalmente a corrección de hiperenlaces, tipo de letra y adecuación de imágenes. La información proporcionada por los docentes, permitió actualizar las lecciones desde una perspectiva de los usuarios potenciales, así como para anticipar y corregir problemas.

En una segunda etapa de pruebas, se solicitó el apoyo de cinco estudiantes del tronco común en ciencias sociales para que revisaran el funcionamiento de la lección de la curva normal, en cuanto a aspectos de claridad de contenido e instrucciones, de navegación, de enlaces, del nivel de ayuda, entre otros puntos. La estrategia fue similar a la seguida ante los docentes. Una vez que aceptaron participar, se les dio acceso al sitio web y tras un lapso de diez días se procedió a preguntarles de manera directa y personal por sus comentarios, críticas y observaciones. La información proporcionada por los alumnos fue útil para corregir detalles de navegación de las lecciones, así como de redacción en la descripción de algunas de las opciones del menú principal.

3.2. Investigación pedagógica de la aplicación de las lecciones

Una parte fundamental del desarrollo de las lecciones de Estadística es conocer si funcionan desde una perspectiva pedagógica. Para ello, en este apartado se describe el proceso utilizado para aplicar dichas lecciones en tres cursos formales de Estadística, la evaluación realizada para estimar el rendimiento académico logrado con las lecciones de Estadística y el procedimiento para recolectar la opinión de los alumnos y docentes participantes. Así, el apartado de investigación pedagógica se organizó en: **evaluación pedagógica de la aplicación de las lecciones** y **opinión de los participantes**. Cada sección se describe a continuación.

3.2.1. Evaluación pedagógica de la aplicación de las lecciones

El propósito de la evaluación pedagógica consistió en estimar el aprendizaje adquirido por los alumnos participantes de las lecciones de Estadística que aquí se desarrollaron. Se consideró un enfoque metodológico descriptivo-exploratorio, con un diseño *pretest-posttest* para tres grupos de alumnos. Para el primero y segundo grupo se aplicaron las tres lecciones, cada una con estrategia didáctica diferente. En el tercer grupo, para una misma lección se aplicaron las tres estrategias didácticas (ver Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Estrategias utilizadas según las lecciones (L1, L2, L3) y grupo.

	Grupo	Estrategia			
		Interacción	Comunicación	Resolución problemas	
Pre-test	I	L1*	L2	L3	Post-test
	II	L1	L2	L3	
	III	L1	L1	L1	

* L1: lección curva normal; L2: hipótesis y L3: contrastes Z/t-student

i) **Contexto.** La intervención educativa se realizó durante el primer semestre de 2006 en las instalaciones de la Unidad Universitaria de Valle Dorado, Ensenada. Se consideraron a los alumnos participantes de tres cursos de Estadística del tronco común en ciencias administrativas

de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Los grupos 1 y 2 estuvieron conformados por alumnos cuya carrera se dirigía a la Licenciatura en Administración de Empresas y la materia fue Estadística II. El grupo 3 se conformó con alumnos de la Licenciatura en Informática cuya materia por cursar fue Probabilidad y Estadística. Los cursos de Estadística antes mencionados tuvieron carácter obligatorio y son considerados básicos para que el alumno obtenga la capacidad de análisis y síntesis a partir de datos asociados con su futura profesión.

ii) **Sujetos.** Un punto de inicio fue explicar los objetivos y alcances de la investigación a las autoridades académicas de la FCAyS, quienes consintieron en brindar el apoyo a la investigación y proporcionaron los nombres de los maestros titulares de Estadística para el semestre en curso. Con esta información, se seleccionaron tres cursos de Estadística básica. El primer grupo estuvo conformado por 41 alumnos, el segundo por 24 y el tercero de 27. Los maestros responsables de dichos cursos estuvieron de acuerdo en utilizar las lecciones de Estadística en línea, como complemento y material de apoyo a las sesiones presenciales. Por su parte, el total de los 92 alumnos también estuvieron de acuerdo en la utilización de dichas lecciones.

iii) **Instrumentos.** A continuación se describen a cada uno de los instrumentos utilizados para la parte de la evaluación educativa:

Lecciones. Constituyeron un elemento fundamental en la intervención educativa. Como ya se mencionó en el capítulo del marco teórico, dichas lecciones tuvieron un soporte pedagógico constructivista y una organización de la información que recurre a la utilización de objetos de aprendizaje. La descripción detallada de cada una de las lecciones se muestra en los Anexos A.1, A.2 y A.3.

Exámenes/Reactivos en línea. Al final de cada lección se incluyeron reactivos en línea para evaluar el aprendizaje adquirido. Los reactivos fueron del tipo opción múltiple y de respuesta abierta. Por su parte, a cada docente participante se le solicitó el listado de calificaciones parciales y finales de su respectivo curso de Estadística.

Encuesta de datos generales. La encuesta de datos generales estuvo dirigida para su aplicación a los alumnos de los tres cursos de Estadística en la fase inicial de la intervención educativa. Dicha encuesta tuvo el propósito de caracterizar los aspectos generales del estudiante, su trayectoria escolar, su percepción sobre el aprendizaje, su actitud hacia la Estadística y su opinión acerca del uso de tecnología. Algunas variables de la encuesta se incluyeron con base en la recomendación de O'Malley (1999), quien sostiene que la percepción de los estudiantes hacia el aprendizaje a distancia y el aprendizaje en línea puede determinarse a partir de los constructos: i) condiciones educativas previas; ii) características de los estudiantes y iii) características percibidas sobre aprendizajes a distancia y en línea (ver Figura 3.10).

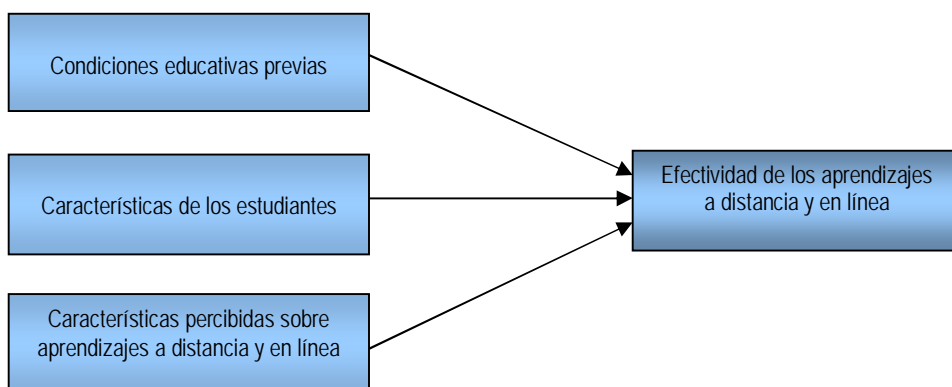


Figura 3.10. Factores de influencia hacia el aprendizaje en línea (O'Malley, 1999).

A continuación se detallan las seis dimensiones consideradas en esta encuesta:

1. **Datos generales.** Aquí se incluyeron el nombre del estudiante, edad, género, estado civil, carrera, cantidad de dependientes, ocupación laboral y modo de transporte. Estas variables fueron necesarias para caracterizar al estudiante y funcionar como variables clasificatorias en el análisis de los resultados. De acuerdo con Carmona (2004), existe una gran diversidad de estudios que involucran variables personales como edad, género, raza, entre otras variables. Estas variables son importantes cuando se pretende caracterizar a los participantes de cursos de Estadística y explorar su actitud hacia dicha ciencia. Según Van Zele, *et al.* (2003), los estudios relacionados con

variables como género y experiencia computacional, tuvieron auge a mediados de la década de los ochenta y precisamente, el registro de estas variables ha servido para evitar confusiones al momento de analizar los resultados.

2. *Trayectoria escolar.* Considera los promedios obtenidos en bachillerato y en universidad por parte del alumno, su dominio de una lengua extranjera y la cantidad de cursos de Estadística asistidos. Algunas de estas variables son señaladas por Brown & Kulikowich (2004), quienes también mencionan la importancia de evaluar aspectos demográficos, hábitos de estudio, así como las habilidades del estudiante en matemáticas y Estadística. Según los autores antes mencionados, estas variables permiten describir a la población de estudio e identificar patrones o características demográficas en los estudiantes.
3. *Nivel socio-económico.* En esta dimensión se incluyeron variables que permiten estimar el nivel socio-económico del estudiante, como la escolaridad, ocupación del padre y madre, si la casa que habitan es propia o rentada, la cantidad de personas que viven en dicha casa y si dispone de equipo de cómputo propio. Estas variables proporcionan información contextual del estudiante así como su capacidad de disponer de equipo de cómputo.
4. *Percepción general sobre el aprendizaje.* Se dirige a estimar la percepción general que tiene el estudiante sobre su aprendizaje, adquirido a partir de sus experiencias educativas previas. Se consideraron variables como: la calidad del aprendizaje logrado, la motivación del estudiante, la accesibilidad del instructor, el trabajo en equipo, la organización de los materiales educativos y la claridad, profundidad y pertinencia de los contenidos. La percepción es considerada como el conjunto de procesos y actividades relacionados con la estimulación que alcanza a los sentidos; es la imagen mental que se forma con ayuda de la experiencia y necesidades. Es resultado de un proceso de selección, interpretación y corrección de sensaciones. Un punto interesante es la concepción misma que tiene el estudiante sobre su aprendizaje, ya que de acuerdo con Visser (2005), el aprendizaje debe verse más allá de una serie de cambios deseados en la capacidad del desempeño humano, ya que se relaciona con el diálogo sin fin que

las personas sostienen consigo mismas, con sus compañeros, con su medio en general.

5. *Actitud hacia la Estadística*. Un punto de partida es precisar la definición misma de actitud. De acuerdo con Eagly y Chaiken (1998, citado por Carmona, 2004), una actitud es una tendencia psicológica que es expresada a través de la evaluación de una entidad particular favorable o desfavorablemente en cierto grado. En el caso de las actitudes hacia la Estadística esa tendencia se forma a lo largo del tiempo como consecuencia de las emociones y sentimientos experimentados en el contexto del aprendizaje de las matemáticas y la Estadística (Gal y Ginsburg, 1994). Si bien, como señala Carmona (2004), esta concepción general de las actitudes hacia la Estadística es compartida por la mayoría de los autores, no existe acuerdo acerca de cuáles son las dimensiones que estructuran este dominio psicológico.

En la presente encuesta, la actitud hacia la Estadística es considerada a través de los aspectos afectivos, cognitivos y de comportamiento asociados a dicha ciencia, expresados por los estudiantes. Es conveniente señalar que en la actualidad, gran parte de la investigación acerca de la actitud hacia la Estadística se ha dirigido a diseñar y validar instrumentos, en precisar dimensiones del constructo y a explorar posibles relaciones entre variables académicas y actitudinales (Carmona, 2004).

Uno de los instrumentos mayormente utilizado en la medición de actitudes hacia la Estadística es el SATS (*Survey of Attitudes Toward Statistics*). Dicho instrumento fue desarrollado en la Universidad de Nuevo México⁴, USA, por el equipo dirigido por la Dra. Chau. El instrumento SATS pretende ayudar a identificar las actitudes de los estudiantes hacia la Estadística y cómo estas actitudes influyen en la enseñanza y aprendizaje. La versión original del documento consta de 28 reactivos que usan una escala tipo Likert, con una escala de siete puntos entre el fuerte acuerdo y fuerte desacuerdo (Schau, *et al.* 1995). Para la presente investigación, se consideró la mayoría de los reactivos del SATS traducidos al español.

⁴ <http://www.unm.edu/~cshau/satshomepage.htm>

De igual manera, se consideró la evaluación del nivel de dificultad de la Estadística, de conformidad a lo puntualizado en el estudio de Mills (2004), quien describió las actitudes que tienen los estudiantes hacia dicha materia. El autor sostiene que tales actitudes han cambiado en los últimos años, de forma que ahora los estudiantes están mostrando actitudes más positivas que negativas, en gran medida por el apoyo tecnológico de que se dispone para facilitar su enseñanza. Las variables que mayormente impactan a la actitud hacia la Estadística, según Mills (2004) son: habilidad matemática, experiencia previa, confianza del estudiante y el género.

Con relación al apoyo tecnológico, Moore (1997) comenta que en años recientes ha surgido un movimiento para reformar la enseñanza de la Estadística, mediante la sinergia entre contenidos, pedagogía y tecnología; es decir, los contenidos y la pedagogía deben ser fuertemente influidos por la tecnología. El autor sostiene que la tecnología ha cambiado la manera de aprender Estadística, al disponer de mecanismos para automatizar operaciones, visualizar efectos, acceso a bancos de información y mecanismos de simulación, entre otros puntos.

Las actitudes de los estudiantes hacia la Estadística son importantes porque pueden influir en el proceso de aprendizaje, específicamente en la forma como los estudiantes desarrollan habilidades de razonamiento estadístico que pueden ser útiles y aplicables fuera del salón de clases. Además, las actitudes pueden ser un factor de influencia para que el estudiante se enrole en cursos posteriores de Estadística (Mills, 2004). Por otro lado, también las actitudes negativas, de acuerdo con Cashin y Elmore (1997) pueden crear un obstáculo para el aprendizaje efectivo.

Según Gal y Ginsburg (1994), la investigación sobre las creencias, actitudes y afecto relacionada con la educación estadística es pequeña y problemática. A la fecha, prácticamente todos los estudios que se han publicado están basados en datos recolectados de encuestas tipo lápiz-papel y escalas tipo Likert. Dos mediciones dignas de atención son la *Statistics Attitude Survey* (SAS) elaborada por Roberts y Bilderback (1980) para mejorar la predicción de éxito en cursos de Estadística. Los autores

reportan que el cuestionario es altamente homogéneo (alpha alrededor de 0.93, para tres muestras) y los ítems del cuestionario tienen una carga alta alrededor de un solo factor general. La segunda medición interesante corresponde a la *Attitudes Toward Statistics* (ATS) desarrollada por Wise (1985) en un intento de mejorar las limitaciones manifiestas de SAS. Según Wise (1985) el instrumento ATS es más adecuado para determinar el cambio actitudinal durante el desarrollo de un curso de Estadística.

De acuerdo con Gal y Ginsburg (1994), ambos instrumentos (SAS y ATS) son útiles en medir la competencia del estudiante en problemas estadísticos, creencias sobre la utilidad de la Estadística, expectativas sobre la relevancia de la Estadística y, en general, para determinar un diagnóstico inicial sobre las actitudes de los estudiantes. Sin embargo, también presentan problemas, específicamente con la determinación de los factores que afectan el aprendizaje de Estadística. Una crítica fuerte hacia ambos instrumentos es su incapacidad para preguntar al estudiante que explique el por qué de sus respuestas. Por ejemplo, si un alumno responde estar 'fuertemente en desacuerdo' en algún reactivo, no se explora la causa.

6. *Opinión acerca del uso de tecnología.* En la encuesta de datos generales se incluyeron aspectos como la visión del estudiante sobre el uso de tecnología en educación, el tipo de equipo de cómputo que tiene, su nivel de habilidades tecnológicas, su nivel de uso del web, su percepción acerca de usar materiales en línea, tiempo de conexión a Internet y su interés en incorporar nuevas tecnologías en el proceso educativo.

Un comentario interesante, que se relaciona con el contenido de esta dimensión, fue hecho por Brown (1998) al sugerir que las habilidades tecnológicas del estudiante deben evaluarse antes de que incurriera en un curso en línea. Por otro lado, en el estudio elaborado por Mitra y Hullet (1997), puntualizaron sobre factores importantes a considerar cuando se evalúa la actitud de los estudiantes hacia aplicaciones educativas en el web. Entre los factores que señalaron se encuentran: actitud hacia la tecnología, experiencia previa con la tecnología, experiencia con equipo de cómputo, factores socio-económicos, entre otros.

A manera de resumen, la Tabla 3.7 muestra la información de las dimensiones consideradas en esta encuesta. Mayor detalle acerca de las dimensiones y variables asociadas consideradas para la elaboración de la encuesta de datos generales se encuentra en el Anexo B.

Tabla 3.7. Descripción de las dimensiones consideradas en la encuesta general.

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
1. Datos generales	Se solicita al estudiante: nombre, edad, género, estado civil, carrera, cantidad de dependientes, ocupación laboral y modo de transporte.
2. Trayectoria escolar	Se estima a partir del promedio obtenido en el bachillerato, el promedio actual en la universidad, nivel de dominio de una lengua extranjera y la cantidad de cursos previos en Estadística.
3. Nivel socio-económico	Incluye la escolaridad y ocupación de padre y madre, si la casa que habitan es propia o rentada, la cantidad de personas que viven en dicha casa y si dispone de equipo de cómputo propio.
4. Percepción general sobre el aprendizaje	Se considera la calidad del aprendizaje logrado, la motivación del estudiante, la accesibilidad del instructor, el trabajo en equipo, la organización de los materiales educativos y la claridad, profundidad y pertinencia de los contenidos.
5. Actitud hacia la Estadística	Explora la actitud del estudiante hacia la Estadística en los dominios: afectivo, cognitivo y conductual. Se incluyen variables como el agrado hacia la Estadística, temor, capacidad para aprender, importancia dada a dicha materia, utilidad, entre otros puntos.
6. Opinión acerca del uso de tecnología	Se incluyen aspectos como la visión del estudiante sobre el uso de la tecnología en educación, el tipo de equipo que tiene, su nivel de habilidades tecnológicas, su nivel de uso del web, su percepción acerca de la utilización de materiales en línea, tiempo de conexión a Internet y su interés en incorporar nuevas tecnologías en el proceso educativo.

Los reactivos elaborados en esta encuesta fueron de opción múltiple, de respuesta abierta y de opción múltiple sobre una Escala de Likert con 5 pasos entre el desacuerdo total y el acuerdo total. Los reactivos desarrollados para las tres últimas dimensiones de la Tabla 3.7 (4. Percepción general sobre el aprendizaje, 5. Actitud hacia la Estadística y 6. Opinión acerca del uso de tecnología) se incluyeron en la encuesta de opinión aplicada al concluir la intervención educativa. La idea fue registrar el posible cambio de opinión en estas dimensiones al finalizar la intervención. Esta acción coincide con lo señalado por

Gal y Ginsburg (1994), quienes consideran importante evaluar las actitudes tanto en la etapa inicial como en la final de un curso. En el mismo sentido, Van Zele, *et al.* (2003), puntualizaron que un buen indicador para estimar los cambios de actitud en los estudiantes puede obtenerse mediante la comparación de los resultados de un pretest y postest. La versión completa de la encuesta de datos generales se presenta en el Anexo C.

Archivos de registro del sistema. Se incluyó información de la herramienta de *tracking* de Moodle, para analizar la actividad del servidor web que hospedó a las lecciones, específicamente:

- accesos al sitio según el usuario
- registros por hora/día/semana
- duración de la sesión
- hora de acceso y de salida
- los recursos consultados
- el sitio de origen
- actividad realizada
- errores.

La información recolectada mediante estos registros permitió realizar un seguimiento de la actividad realizada por cada estudiante, y así disponer de información suficiente para caracterizar el desarrollo de la actividad de los estudiantes con las lecciones y poder establecer relaciones con variables de desempeño académico.

3.2.2. Opinión de los participantes

En esta sección, se describen los sujetos e instrumentos que se utilizaron para recolectar la opinión de los usuarios participantes de las lecciones.

i) **Sujetos.** De manera general, se consideraron a tres docentes responsables de impartir la materia de Estadística para entrevistarlos. Sus grupos asociados G1, G2 y G3 tuvieron 41, 24 y 27 alumnos respectivamente, sumando un total de 92 alumnos. De cada grupo, se seleccionaron de forma intencional a ocho alumnos para conformar tres grupos de discusión (Russi, 1998). La duración de cada discusión grupal fue menor a 60 minutos, como sugiere Álvarez-Gayou (2005).

ii) **Instrumentos.** A continuación se describen, a cada uno de los instrumentos utilizados para conocer la opinión de los participantes.

Encuesta de opinión. Esta encuesta considera las dimensiones: *7. Enfoque tecno-pedagógico*, *8. Diseño de las lecciones* y *9. Aspectos técnicos* e incorpora las tres últimas dimensiones de la encuesta de datos generales (*4. Percepción general sobre el aprendizaje*, *5. Actitud hacia la Estadística* y *6. Opinión acerca del uso de tecnología*). La idea fue registrar el posible cambio de opinión, como lo sugieren Gal y Ginsburg (1994). La encuesta de opinión, en su versión completa, se presenta en el Anexo D.

Con base en lo anterior, en esta sección solamente se describen las dimensiones *7. Enfoque tecno-pedagógico*, *8. Diseño de las lecciones* y *9. Aspectos técnicos*. Las dimensiones restantes fueron descritas en la sección de instrumentos (encuesta de datos generales) del presente capítulo.

7. Enfoque tecno-pedagógico. En esta dimensión se incluyeron aquellos aspectos pedagógicos asociados con el uso de tecnología. De las variables consideradas destacan la calidad del aprendizaje logrado, la eficiencia de la didáctica utilizada, el interés hacia las lecciones, la claridad y profundidad de los contenidos, el apoyo de los casos resueltos, el uso de herramientas y medios electrónicos para aclarar dudas, la

innovación tecnológica en las lecciones, el tiempo de respuesta del instructor, entre otros puntos.

Un punto interesante acerca del uso de la tecnología lo señala Ewing-Taylor (2000), quien menciona que los cursos en línea requieren un trabajo mayor que el tradicional, a la vez que agregan aspectos técnicos que en muchas ocasiones son extraños para el estudiante, lo que puede influir en un cambio de actitud hacia el uso de la tecnología.

Por su parte, Powers y Mitchell (1997) identificaron cuatro tópicos relacionados con la percepción de los estudiantes hacia el uso de tecnología, especialmente los cursos en línea. Dichos tópicos son: el apoyo del instructor, la interacción entre estudiantes, la interacción alumno-instructor y el consumo de tiempo. En el mismo sentido, O' Malley (2002) señala que la experiencia previa en aspectos tecnológicos y en uso computacional influirán en la actitud general del alumno hacia el uso de la tecnología.

8. *Diseño de lecciones.* Se dirige a evaluar el diseño de las lecciones mediante la apreciación general de los usuarios al diseño utilizado, el agrado hacia el diseño, su funcionalidad, su organización, el uso de módulos o secciones, el uso de medios, la claridad en el problema inicial y el nivel de ayuda otorgado.
9. *Aspectos técnicos.* En esta dimensión se incluyeron variables para estimar la opinión del participante acerca del acceso al sistema de las lecciones, al nivel de ayuda proporcionado, a los eventuales problemas técnicos que se presentaron al consultar las lecciones, al tipo de letra utilizado en los materiales, a la compatibilidad con los distintos navegadores del web, posibles problemas con el uso de multimedios, el apoyo técnico proporcionado y la identificación de problemas.

En el Anexo B se presenta un listado de las dimensiones y variables incluidas tanto en la encuesta de datos generales como en la encuesta de opinión. A manera de resumen, en la Tabla 3.8 se muestra la información de las dimensiones consideradas en la encuesta de opinión.

Tabla 3.8. Descripción de las dimensiones consideradas en la encuesta de opinión

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
4. Percepción gral. sobre el aprendizaje	Estas dimensiones se describieron en el apartado de la encuesta de datos generales.
5. Actitud hacia la Estadística	
6. Opinión acerca del uso de tecnología.	
7. Enfoque tecno-pedagógico	Considera la calidad del aprendizaje logrado, la eficiencia de la didáctica utilizada, el interés hacia las lecciones, la claridad y profundidad de los contenidos, el apoyo de los casos resueltos, el uso de herramientas y medios electrónicos para aclarar dudas, la innovación tecnológica en las lecciones, el tiempo de respuesta del instructor, entre otros puntos.
8. Diseño de lecciones	Se dirige a evaluar el diseño de las lecciones mediante la apreciación general del estudiante, el agrado hacia el diseño, su funcionalidad, su organización, el uso de módulos o secciones, el uso de medios, la claridad en el problema inicial y el nivel de ayuda otorgado.
9. Aspectos técnicos	Considera aspectos técnicos como el nivel de ayuda proporcionado, el acceso a las lecciones, los problemas técnicos que se presentaron, el tipo de letra, compatibilidad con el navegador, problemas con el uso de multimedia, el apoyo técnico y la identificación de problemas.

Guía para el grupo de discusión. Según Álvarez-Gayou (2005) el grupo de discusión o *focus group* se define como una técnica de investigación social que privilegia el habla, cuyo propósito radica en propiciar la interacción mediante la conversación acerca de un tema u objeto de investigación, en un tiempo determinado, y cuyo interés consiste en captar la forma de pensar, sentir y vivir de los individuos que conforman el grupo. El grupo focal tiene por objetivo provocar autoexposiciones entre los participantes, a fin de obtener información cualitativa sobre el tema motivo de la investigación.

De acuerdo con Russi (1998), en la configuración de un grupo de discusión se deben especificar el tamaño del grupo, la estrategia de inserción de los participantes al grupo, tiempo de duración de la sesión, función del moderador, los objetivos y los temas a tratar.

Con relación a la configuración, Álvarez-Gayou (2005) recomienda que el número mínimo de grupos ha de ser siempre dos y estos deben ser pequeños, entre siete y diez participantes, de tal manera que todos sus miembros expongan sus puntos de vista. Con base en las recomendaciones anteriores, en la presente investigación se consideraron tres grupos de discusión con ocho estudiantes cada uno. La selección de los estudiantes fue intencional. Se consideraron alumnos con opiniones diferentes para propiciar la discusión, el intercambio de ideas y la reflexión. La guía utilizada para el grupo de discusión se presenta en el Anexo E.1.

Guía de la entrevista. Para el caso específico de la presente investigación, se seleccionó a la entrevista semi-estructurada, como estrategia de recolección de la opinión de los docentes, ya que de acuerdo con lo señalado por Goetz y LeCompte (1988), la entrevista es vista como una forma sencilla, rápida y eficaz de obtener información valiosa sobre un objeto de estudio. Así, la guía de la entrevista aquí desarrollada fue utilizada como apoyo para el entrevistador durante las entrevistas hechas a los tres docentes de la materia de Estadística, para recolectar información sobre los siguientes aspectos:

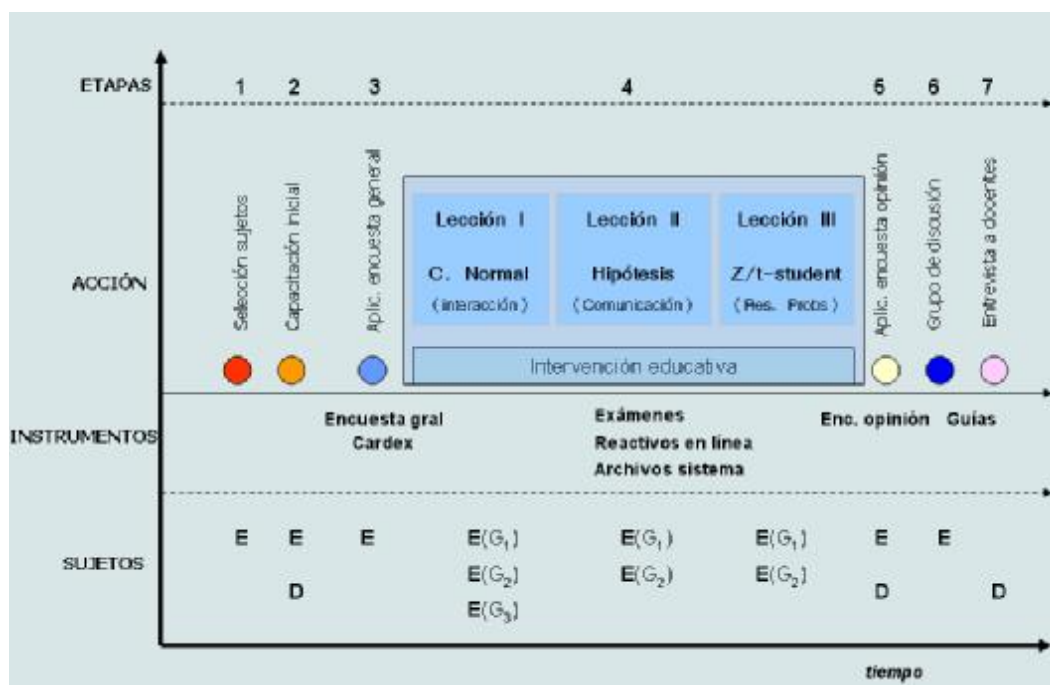
- *Datos generales del maestro.* Los datos generales de cada docente se recopilaron al inicio de la entrevista, mediante preguntas directas. Dichos datos fueron el género, edad, años de experiencia docente, formación profesional, entre otros.
- *Actitud hacia la Estadística.* Las preguntas se dirigieron a explorar aspectos cognitivos, afectivos y conductuales de cada maestro con relación a la Estadística. Específicamente, las preguntas se focalizaron en conocer la opinión del docente acerca de su gusto por la Estadística, de su importancia, de la utilidad de dicha ciencia en el desarrollo profesional del alumno, de su intención por impartir nuevamente dicha materia y acerca del temor de los alumnos a la Estadística.
- *Didáctica de la Estadística.* Se incluyeron preguntas para conocer la didáctica utilizada por los docentes en la impartición de sus clases, del uso de la tecnología en su quehacer docente y del modelo pedagógico utilizado en las lecciones.

- *Opinión del docente.* Información acerca de la percepción del docente sobre el aprendizaje logrado por los alumnos, sobre el uso de tecnología en el proceso educativo, de la autclasificación del docente en cuanto a sus habilidades tecnológicas, del diseño utilizado en las lecciones y de aspectos técnicos asociados con el uso de las lecciones.

La descripción completa de la guía para la entrevista se muestra en el Anexo E.2.

3.2.3. Procedimiento

El procedimiento se organizó por etapas. Se incluyeron las partes correspondientes a la evaluación educativa y a la opinión de participantes. De manera gráfica, la Figura 3.11 muestra un mapa metodológico que ilustra el momento de la aplicación de cada instrumento.



Nota: E refiere a estudiantes, D a docentes y G₁, G₂ y G₃ al grupo de adscripción de los estudiantes.

Figura 3.11. Mapa metodológico de la investigación.

Los detalles de cada etapa de la investigación se describen en los párrafos siguientes.

Etapa 1. Selección de sujetos. Se extendieron invitaciones para participar a cinco docentes de Estadística, respondiendo afirmativamente tres de ellos. Dichos instructores tuvieron asignada la impartición de la materia de Estadística en el tronco común en ciencias administrativas que incluye las Licenciaturas en Contaduría, Administración de Empresas, Negocios Internacionales, Informática y Derecho. El primer grupo estuvo conformado por 41 estudiantes, el segundo por 24 y el tercer grupo por 27. Los grupos I y II incluyeron a los alumnos cuya carrera se dirige a la Licenciatura en Administración de Empresas, mientras que los alumnos del grupo III se dirigen a la Licenciatura en Informática. Para el tercer grupo, solo se incluyó la lección de la curva normal porque su materia (Probabilidad y Estadística) difería en contenido a la materia de Estadística II de los otros dos grupos.

Etapa 2. Capacitación inicial. Al inicio de la intervención educativa, se capacitaron a los estudiantes y docentes en el manejo del sistema en línea que aloja a las lecciones de Estadística. La explicación se enfocó al manejo básico, organización de los materiales, tareas, actividades, forma de navegar, nivel de ayuda, entre otros puntos. Adicionalmente se elaboraron trípticos (ver Anexo F) con información precisa de la forma para acceder al sistema, de los componentes de las lecciones y de ayuda para la navegación.

Etapa 3. Aplicación de la encuesta de datos generales. La encuesta de datos generales se aplicó a todos los alumnos de los tres grupos seleccionados. Dicha aplicación fue previa a la intervención educativa.

Etapa 4. Intervención educativa. Esta etapa corresponde al periodo de tiempo durante el cual, los temas de las lecciones fueron abordados en cada uno de los cursos. Para los grupos I y II, la Tabla 3.9 da cuenta de la distribución temática y estrategias aplicadas en cada grupo.

Tabla 3.9. Aplicación de las lecciones para los grupos I y II

	La curva normal	Hipótesis	Z y t-student
Estrategias:	Interacción	Comunicación	Resolución problemas
Sujetos:	[Grupos I y II]		

Para el tercer grupo, se seleccionó un tema, que correspondió a la curva normal. Esta temática estuvo incluida en la carta descriptiva de la materia de Probabilidad y Estadística, por lo que se procedió con la división del grupo de forma que se pudieran aplicar las tres estrategias (ver Tabla 3.10). Al final de la lección se incluyeron reactivos en línea para evaluar el aprendizaje y se registraron las calificaciones obtenidas en el examen parcial respectivo.

Tabla 3.10. Aplicación de las lecciones para el grupo III

	La curva normal		
Estrategias:	Interacción	Comunicación	Resolución problemas
Sujetos:	[Grupo III]		

Etapa 5. Aplicación de la encuesta de opinión. Al final de la intervención educativa, se aplicó la encuesta para conocer la opinión de los estudiantes de los tres grupos ante el desarrollo educativo aquí expuesto.

Etapa 6. Discusión grupal. Se seleccionaron de forma intencional ocho alumnos de cada grupo para conformar tres grupos de discusión. La selección se hizo con base en la identificación de informantes claves, con alguna característica distintiva relacionada a un desempeño académico alto o bajo. El moderador guió la discusión de los temas y propició la participación objetiva de los alumnos. Para cada sesión se grabó el audio en formato digital para obtener las transcripciones respectivas.

Etapa 7. Entrevista a docentes. Finalmente, a cada docente participante se le entrevistó para conocer su opinión, de forma amplia, acerca de la herramienta utilizada. La entrevista fue semi-estructurada y con grabación de audio. Los temas abordados se señalan en la guía para la entrevista y en el Anexo E.2.

3.2.4. Análisis de Resultados

La información recolectada a partir de los diferentes instrumentos se analizó bajo una perspectiva cuantitativa y cualitativa en función del tipo de dato obtenido. Inicialmente, se digitalizó la información de las encuestas para obtener las bases de datos que permitieran procesar estadísticamente dicha información. La información que provino de fuentes como: las calificaciones de los maestros, respuestas a preguntas en línea, registros del sistema tracking de moodle, entre otras, se integró en una base de datos global en formato SPSS. Los análisis se dirigieron a obtener: caracterización de los grupos, descriptivos básicos, análisis de frecuencias, porcentajes, gráficos, análisis de reactivos considerando puntajes extremos, correlaciones, contrastes t-student y anova.

El propósito del análisis fue obtener una caracterización general de los estudiantes y disponer de evidencias del desempeño académico obtenido con la didáctica aquí expuesta. Los archivos de registro del sistema (*tracking*) permitieron recabar información contextual durante la intervención educativa. La información obtenida por esta vía fue: hora de acceso, duración del acceso, tipo de información consultada, identificador de usuario, lugar de acceso, entre otros. De manera general, para procesar la información se utilizó el programa estadístico *SPSS* ver. 14.0.

Para las transcripciones obtenidas de las entrevistas a los docentes, del grupo de discusión y de las preguntas abiertas de la encuesta de opinión se efectuó un análisis de contenido que consistió en la identificación de las ideas principales y su respectiva asignación en las categorías previamente definidas. El análisis de contenido, según Holsti (1966), es visto como una técnica de investigación que realiza inferencias mediante la identificación sistemática y objetiva de características de los mensajes.

Según Titscher, Meyer, Wodak y Vetter (2000), el análisis de contenido es uno de los métodos preferidos para el análisis de texto del conjunto de métodos empíricos de la investigación social. Es visto como una herramienta para la extracción de información acerca del contenido manifiesto de cualquier tipo de documento. De acuerdo con dichos autores, una vez que se ha decidido

utilizar un texto como objeto de investigación, se deberá decidir si se desea considerar tales textos como representaciones de rasgos de un grupo de personas o de situaciones. Para la presente investigación se utilizó el texto como una representación de rasgos de un grupo de personas. Se consideraron completamente las transcripciones resultantes. Las unidades de análisis fueron todos los enunciados que contuvieron una opinión manifiesta o implícita acerca: *i) de la percepción sobre el aprendizaje; ii) de la actitud hacia la Estadística; iii) del uso de la tecnología en el proceso educativo, iv) del diseño de las lecciones y v) de los problemas y sugerencias.*

El presente capítulo del método, que aquí concluye, tuvo el propósito de describir detalladamente el procedimiento seguido en la investigación. El capítulo siguiente presenta los resultados de la aplicación de las lecciones en tres cursos de Estadística en un ambiente universitario.

4. RESULTADOS

El presente capítulo se organizó en cuatro grandes apartados. Primeramente, se presentan las **Características generales de los participantes**. Este apartado tiene el propósito de describir a los alumnos participantes mediante información relacionada con su edad, género, estado civil, actividad laboral, escolaridad de los padres, trayectoria escolar y aspectos socioeconómicos, entre otros. El segundo apartado, **Opinión acerca de la tecnología y actitud hacia Estadística**, incluye los resultados acerca de la actitud de los alumnos hacia la Estadística y sus opiniones respecto al uso de la tecnología en educación. El tercer apartado intitulado **Aspectos pedagógicos**, comprende aspectos del efecto de las lecciones sobre el aprendizaje de los alumnos, de su percepción general sobre el aprendizaje, del enfoque tecno-pedagógico de las lecciones y de las estrategias constructivistas utilizadas. Finalmente, el cuarto apartado trata sobre el **Diseño y aspectos técnicos de las lecciones**. Aquí se incluyen los resultados obtenidos acerca del diseño de las lecciones, de los aspectos técnicos de las mismas y de los comentarios finales vertidos por docentes y alumnos.

4.1. Características generales de los participantes

Participantes. Los participantes en la investigación fueron en total 92 alumnos y tres docentes, quienes estuvieron a cargo de alguno de los tres grupos: grupo I, grupo II y grupo III del tronco común en ciencias sociales de la UABC campus Ensenada. El curso de Estadística básica era parte de la carga académica regular de los alumnos participantes. De los 92 alumnos que conformaron el total de los tres grupos, solo se consideraron 72 ya que los 20 restantes no se presentaron a clases al momento de aplicar la encuesta o simplemente rehusaron responderla por motivos diversos. La Tabla 4.1 da cuenta de los alumnos considerados en la presente investigación.

Tabla 4.1. Cantidad de alumnos considerados en el pretest y postest en cada grupo.

	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
Encuestados	41	37	24	17	27	18
No considerados por inasistencia	4 (9.8 %)		7 (29.1%)		9 (33.3%)	
Netos	37		17		18	

Edad. La Tabla 4.2 muestra los descriptivos básicos (n, media, desviación estándar)¹ de la variable edad para cada uno de los grupos. Los grupos I y III tuvieron una edad media cercana a los 21 años, mientras que para el grupo II fue casi de 24 años con el mayor valor de desviación estándar (6.05 años). La media global (tres grupos) fue de 22 años, con un mínimo de 18 y un máximo de 41. En la Tabla A.4.2 del Anexo G (Tablas complementarias), se presenta mayor detalle de la distribución de la edad en función de variables como género, estado civil, actividad laboral y tipo de bachillerato.

Tabla 4.2. Descriptivos básicos para la variable edad según su grupo y global.

	Grupo I			Grupo II			Grupo III			Global (3 gpos.)		
	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.	n	Media	D.E.
Edad	37	21.35	3.85	17	23.76	6.05	18	21.67	3.76	72	22.00	4.49

Género. No hubo ninguna tendencia con relación al género de los alumnos en los tres grupos (ver Tabla 4.3). Para el grupo II la proporción de hombres y mujeres tuvo un equilibrio cercano al 50%. En el grupo I, la mayoría fueron mujeres (67%) mientras que para el grupo III la mayoría fueron hombres (72%).

Estado civil. La soltería fue el estado civil dominante en los tres grupos. En el grupo III el 100% fueron solteros y en el grupo I el 92%. Llama la atención el 18% de alumnos casados del grupo II (ver Tabla 4.3).

Actividad laboral. Casi el 82% de los alumnos pertenecientes a los grupos II y III trabajan de tiempo parcial o completo. Por su parte, los alumnos del grupo I, en su mayoría (62%) no trabajan (ver Tabla 4.3).

¹ A lo largo del capítulo, se utilizan las letras (n) para referirse al número de datos o participantes y (d.e.) para la desviación estándar.

Tabla 4.3. Características generales de los participantes según el género, estado civil, actividad laboral y tipo de bachillerato.

		Grupo I (n=37)		Grupo II (n=17)		Grupo III (n=18)	
		n _s *	%	n _s	%	n _s	%
Género	Hombres	12	32.4	8	47.1	13	72.2
	Mujeres	25	67.6	9	52.9	5	27.8
Edo. civil	Soltero	34	91.9	14	82.4	18	100.0
	Casado	3	8.1	3	17.6	0	0
Actividad laboral	Nula	23	62.2	3	17.6	3	16.7
	Parcial	6	16.2	9	53.0	6	33.3
	Completa	8	21.6	5	29.4	9	50.0
Tipo de bachillerato	Público	28	75.7	14	82.4	15	83.3
	Privado	9	24.3	3	17.6	3	16.7

* n_s. refiere al número de participantes en el subgrupo respectivo.

Escolaridad de padres. El grupo II muestra el menor nivel de escolaridad en el nivel universitario, con un porcentaje de 17.6% para el padre y 11.8% para la madre (ver Tabla 4.4). Llama la atención que en los tres grupos, la escolaridad del padre, en el nivel de estudios universitarios, fue mayor con relación a la escolaridad de la madre (ver Figura 4.1). La Tabla A.4.4 del Anexo G presenta con mayor detalle el nivel de escolaridad del padre y madre.

Tabla 4.4. Escolaridad de padre y madre de los participantes en cada grupo.

ESCOLARIDAD	Grupo I				Grupo II				Grupo III			
	Padre		Madre		Padre		Madre		Padre		Madre	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Estudios básicos	16	43.2	16	43.2	9	53.0	12	70.6	8	44.4	9	50.0
Estudios medios	5	13.5	17	46.0	3	17.6	3	17.6	3	16.7	5	27.8
Estudios universitarios	12	32.5	4	10.8	3	17.6	2	11.8	5	27.8	4	22.2
Resp. inválida o no contestó	4	10.8	0	0.0	2	11.8	0	0.0	2	11.1	0	0.0
TOTAL	37	100	37	100	17	100	17	100	18	100	18	100

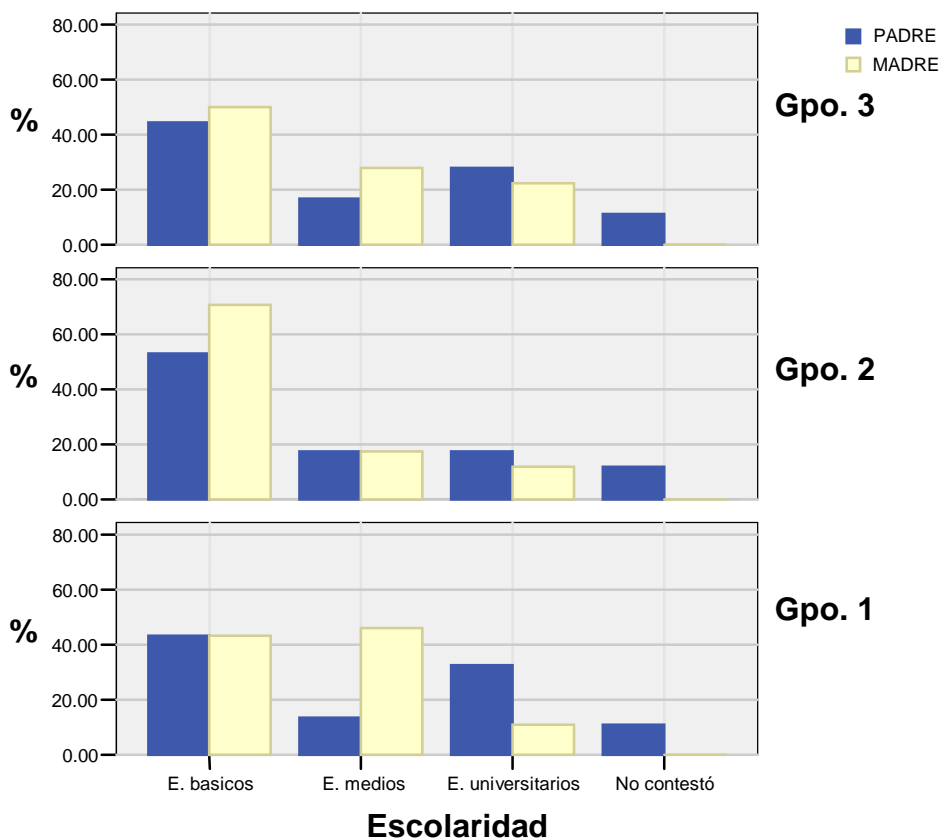


Figura 4.1. Comparativo de la escolaridad de padres y madres en cada grupo.

Trayectoria escolar. La trayectoria escolar de los alumnos fue estimada a partir de su promedio en bachillerato y en universidad. Los valores se muestran en la Tabla 4.5. Al considerar el acumulado de los tres grupos ($n=72$), se observa que las mujeres tuvieron un mejor desempeño académico con relación a los hombres, tanto en bachillerato (8.46 vs. 8.21) como en universidad (8.72 vs. 8.58). Por su parte, quienes refirieron un compromiso de pareja (casados) en bachillerato mostraron un desempeño menor respecto a los solteros (7.85 vs. 8.39); sin embargo, en universidad, el subgrupo de casados tuvo mejor desempeño académico que el subgrupo de solteros (8.91 vs. 8.63). Por otro lado, la actividad laboral del alumno no parece influir en su desempeño académico en universidad ya que el valor medio obtenido fue de 8.6 sin importar si tuviera actividad laboral nula, parcial o completa. Las características generales y académicas por grupo pueden consultarse en las Tablas A.4.5a, A.4.5b y A.4.5c del Anexo G.

Tabla 4.5. Características académicas según el género, estado civil, actividad laboral y tipo de bachillerato del total de alumnos participantes.

Total (3 grupos; n=72)		Promedio bachillerato		Promedio UABC	
		Media	D.E.	Media	D.E.
Género	Hombres	8.21	0.62	8.58	0.51
	Mujeres	8.46	0.61	8.72	0.57
Edo. civil	Soltero	8.39	0.60	8.63	0.52
	Casado	7.85	0.75	8.91	0.74
Actividad laboral	Nula	8.42	0.57	8.63	0.53
	Parcial	8.37	0.68	8.63	0.57
	Completa	8.23	0.68	8.68	0.53
Tipo de bachillerato	Público	8.28	0.62	8.71	0.56
	Privado	8.57	0.59	8.43	0.43

Al analizar los datos de forma grupal, se observa que el menor promedio obtenido en bachillerato le correspondió a los alumnos del grupo II con 8.23, mientras que el mayor valor promedio le correspondió a los alumnos del grupo III con 8.55 (ver Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Desempeño medio en bachillerato y universidad según los grupos participantes.

	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Desempeño en Bachillerato	8.30	0.61	8.23	0.66	8.55	0.59
Desempeño en universidad	8.79	0.47	8.33	0.59	8.68	0.54

Es de notar que las diferencias entre medias de calificaciones de bachillerato de los grupos aquí considerados no fueron significativas al nivel probabilístico ($p < 0.05$). Respecto al desempeño medio obtenido en universidad, el menor valor le correspondió al grupo II con 8.33, mientras que el mayor valor fue de 8.79 para el grupo I. Esta diferencia fue significativa al nivel $p < 0.05$, como se muestra en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Comparaciones entre grupos según el desempeño en bachillerato y universidad.

	Anova* (valor de F)	Anova (Significancia)	Comparación	Tukey HSD (Significancia)
Desempeño en Bachillerato	1.43	0.25	G1-GII	0.92
			G1-GIII	0.33
			GII-GIII	0.27
Desempeño en universidad	4.60	0.01**	G1-GII	0.01**
			G1-GIII	0.74
			GII-GIII	0.12

* Se asume igualdad de varianzas entre los grupos (prueba F-Levene), con significancias 0.86 para variable desempeño en bachillerato y 0.48 para desempeño en universidad.

** Diferencias significativas al nivel $p < 0.05$; mismos valores de significancia con la prueba de Bonferroni.

La Figura 4.2 muestra un comparativo de los promedios obtenidos en bachillerato y universidad para cada grupo según la actividad laboral del estudiante. Para los tres grupos, sus medias respectivas fueron ligeramente superiores al 8.0. Se observan pequeñas diferencias entre ambos promedios.

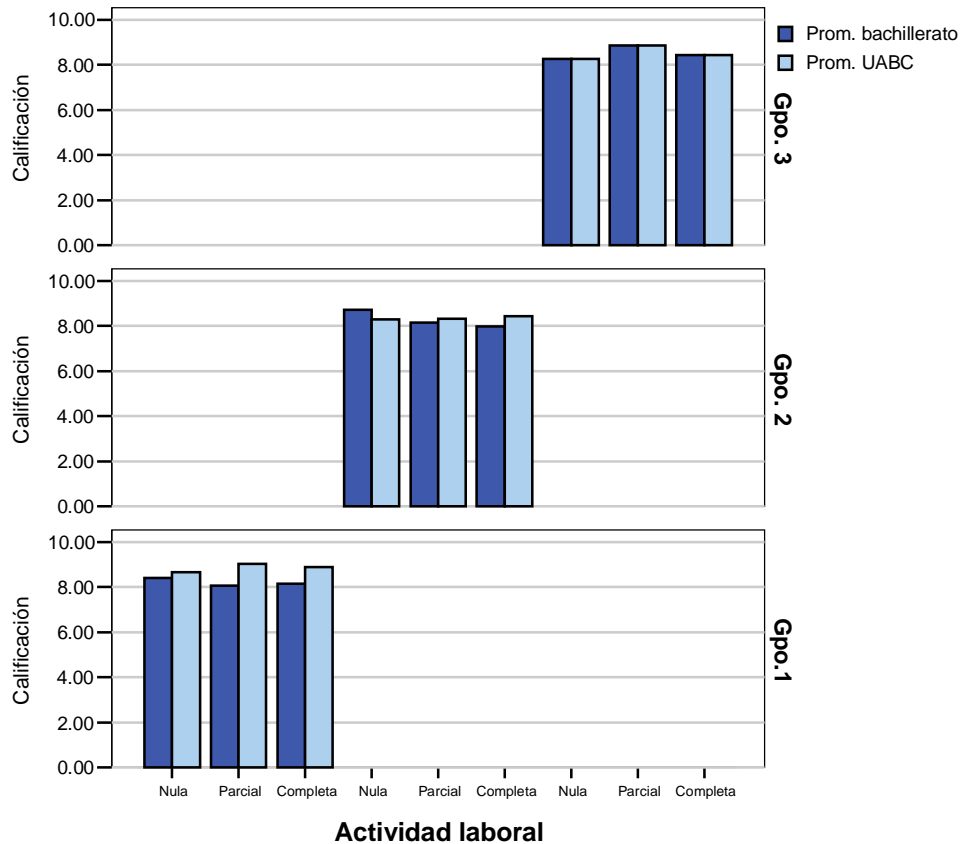


Figura 4.2. Comparativo del desempeño académico versus actividad laboral de los alumnos.

La Figura 4.3 presenta la tendencia en el desempeño académico de los alumnos según el género. Se observa que las mujeres tienen un desempeño académico ligeramente mayor al de los hombres en los tres grupos. Es de notar la cercanía de los valores medios en bachillerato y en universidad.

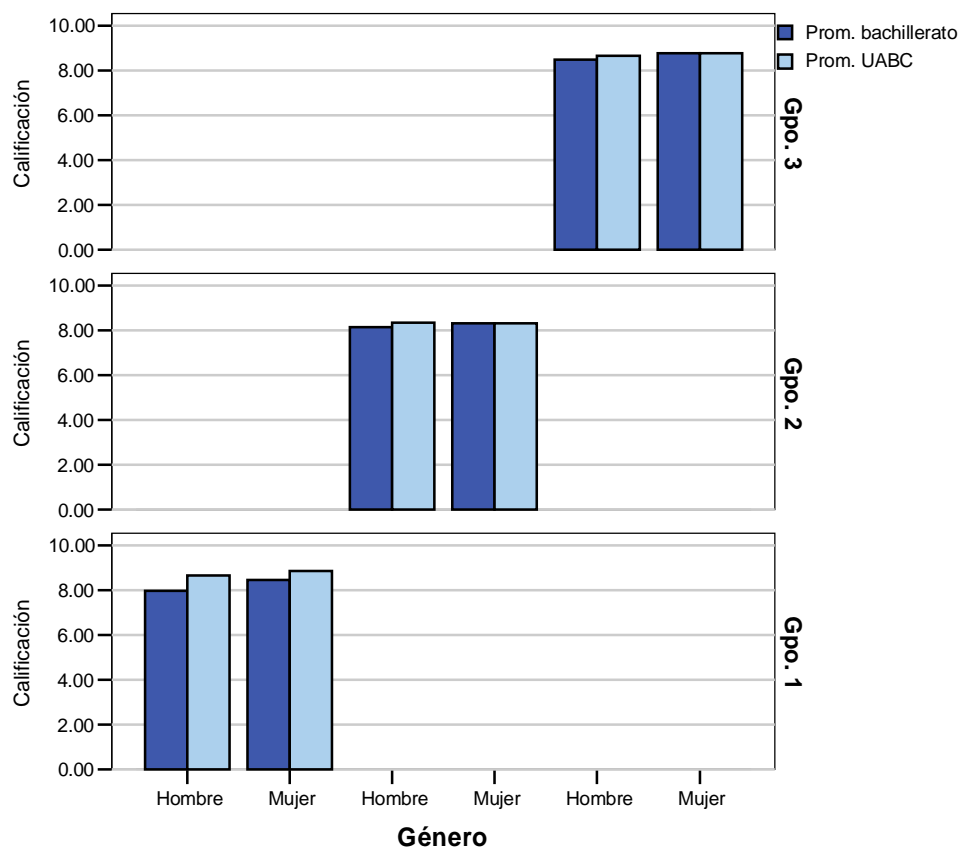


Figura 4.3. Comparativo del desempeño académico versus género para cada grupo.

Las correlaciones obtenidas entre las distintas variables, considerando los tres grupos, se presentan en la Tabla 4.8. Destacan las correlaciones significativas entre las variables: edad-edo.civil, género-hrs.trabajo, hrs.trabajo-edad, escolaridad padre-escolaridad madre y edo.civil-promedio de bachillerato.

Tabla 4.8. Correlaciones entre las variables: edad, género, horas de trabajo, escolaridad y desempeño académico.

	Edad	Género	Edo. civil	Hrs. sem. de trabajo	Escolaridad del padre	Escolaridad de madre	Promedio en UABC	Promedio en bachillerato
Edad	--							
Género	.044	--						
Edo. civil	.631(**)	-.076	--					
Hrs. sem. de trabajo	.266(*)	.490(**)	.161	--				
Escolaridad del padre	-.142	.095	.057	-.127	--			
Escolaridad de madre	-.136	-.062	-.059	-.160	.680(**)	--		
Promedio en UABC	.173	-.135	.144	.003	-.166	-.083	--	
Promedio en bachillerato	-.038	-.206	-.241(*)	-.120	-.227	.061	.127	--

** Correlación significativa al nivel 0.01

* Correlación significativa al nivel 0.05

Aspectos socioeconómicos. Con el propósito de caracterizar a los grupos desde una perspectiva socioeconómica, se muestran en la Tabla 4.9 algunas variables de interés. Con relación a la forma de transportarse a la universidad, se observa en los tres grupos que más del 50% de los alumnos lo hacen en carro propio. Para el grupo II, dicho porcentaje alcanza el 65%. Para el tipo de propiedad donde habitan, 7 de cada 10 alumnos de los grupos II y III viven en casa propia, mientras que para el grupo I quienes habitan en casa propia son el 87%. Por su parte, aproximadamente el 90% de los alumnos de los tres grupos tienen computadora en su casa, de dicho porcentaje, entre el 40-50% también tiene conexión a Internet. Con relación al dominio del idioma inglés, el 60% de los alumnos de los grupos I y II refieren tener un dominio de regular a alto, mientras que para el grupo III, este porcentaje alcanza el 78%. En la misma Tabla 4.9 se observa que para el 50% de los alumnos del grupo I, su núcleo familiar está constituido por 3-4 personas, mientras que para los grupos II y III dicho constitución del núcleo familiar (3-4) llega al 65%.

Tabla 4.9. Algunas características socioeconómicas de los participantes en cada grupo.

		Grupo I		Grupo II		Grupo III	
		n	%	n	%	n	%
Forma de transportarse	Transporte público	12	32.4	4	23.5	9	50.0
	Carro propio	21	56.8	11	64.7	9	50.0
	Otros	4	10.8	2	11.8	-	-
Tipo de propiedad	Rentada/prestada	5	13.5	5	29.4	5	27.8
	Propia	32	86.5	12	70.6	13	72.2
Posesión de PC	Sin PC	5	13.5	3	17.6	1	5.6
	Con PC	13	35.1	8	47.1	9	50.0
	Con PC + Internet	19	51.4	6	35.3	8	44.4
Dominio de inglés	Bajo	15	40.5	6	35.3	4	22.2
	Regular	20	54.1	10	58.8	8	44.4
	Alto	2	5.4	1	5.9	6	33.4
Habitantes en casa	1	3	8.1	2	11.8	2	11.1
	2	5	13.5	1	5.9	1	5.6
	3	5	13.5	4	23.5	5	27.8
	4	13	35.1	7	41.2	7	38.8
	5	8	21.6	1	5.8	2	11.1
	+6	3	8.2	2	11.8	1	5.6

A manera de balance general respecto a las características de los participantes, se puede mencionar que la edad típica fue de 22 años, y que el grupo II tuvo una mayor edad media (24 años). Con relación al género, la proporción hombres/mujeres se acercó al equilibrio en el grupo II; en el grupo I se tuvo un porcentaje mayor (68%) de mujeres, mientras que en el grupo III el porcentaje mayor le correspondió a los hombres (72%). Respecto a la actividad laboral, el 80% de

los alumnos de los grupos II y III tuvieron algún tipo de trabajo, mientras que para el grupo I solo el 38% de los alumnos laboraba. El promedio en bachillerato y UABC fue menor en el grupo II comparado con los grupos I y III (8.23 vs. 8.30 y 8.55) respectivamente. Llama la atención el elevado porcentaje (85%) de los alumnos que tienen computadora en su casa.

4.2. Opinión acerca de la tecnología y actitud hacia Estadística

En este apartado, se presentan los resultados en dos partes, primero se muestran los hallazgos acerca de la actitud de los alumnos hacia la Estadística. Para ello, se incluyeron los descriptivos básicos, el análisis de diferencias para cada enunciado y los comentarios de maestros y alumnos. En una segunda parte, se presentan los resultados de la encuesta de opinión acerca del uso de la tecnología en educación aplicada a los alumnos. Se incluyeron los descriptivos básicos, el análisis de diferencias y gráficas asociadas. Se concluye esta parte con las opiniones de los alumnos y docentes obtenidas a partir de las transcripciones generadas del grupo de discusión y de las entrevistas.

4.2.1. Actitud hacia Estadística

La Tabla 4.10 muestra los enunciados utilizados para estimar la actitud de los alumnos hacia la Estadística. Se incluyen los resultados (pretest y postest) para cada grupo y el correspondiente a los tres grupos, llamado global. La escala utilizada fue del tipo Likert con cinco pasos, entre el desagrado y agrado total. En el apartado de tablas complementarias del Anexo G, se incluyeron las Tablas A.4.10a, A.4.10b, A.4.10c y A.4.10d para presentar la información de descriptivos básicos (media, desviación estándar, error estándar de la media e Importancia Relativa (I.R.)² de cada enunciado.

² Se utilizó el término Importancia Relativa para denotar la transformación a porcentaje del valor medio obtenido a partir de la escala Likert utilizada (0-4). Así, por ejemplo, un valor de 3 en la escala de Likert le correspondería una equivalencia del 75%.

Tabla 4.10. Valores medios obtenidos a partir del acuerdo/desacuerdo manifestado por los alumnos hacia los enunciados utilizados para estimar la actitud hacia la Estadística durante el pretest y postest.

« ACTITUD HACIA ESTADISTICA » (Enunciados)	Grupo I (n=37)		Grupo II (n=17)		Grupo III (n=18)		Global (n=72)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
5.1 Me <i>gusta</i> la Estadística	2.81	2.62	2.24	2.76	2.78	3.00	2.67	2.75
5.2 Me <i>agrada</i> la modalidad vía Internet para las lecciones de Estadística	3.38	2.43	3.06	3.29	3.33	3.11	3.29	2.81
5.3 Es <i>motivante</i> aprender Estadística	3.19	2.68	2.59	3.12	2.89	2.89	2.97	2.83
5.4 Prefiero la <i>innovación</i> educativa vía Internet para el curso de Estadística	2.84	1.89	2.59	2.29	2.89	2.56	2.79	2.15
5.5 <i>Domino</i> los temas estadísticos que se ven en clases	2.35	2.62	1.71	2.06	2.61	2.83	2.26	2.54
5.6 Las clases de Estadística son <i>estresantes</i>	1.65	1.86	2.18	1.82	1.11	1.29	1.64	1.72
5.7 Los exámenes de Estadística me causan <i>desánimo</i>	1.43	1.19	2.12	1.53	1.00	1.33	1.49	1.31
5.8 Siento <i>temor</i> a la materia de Estadística	1.24	1.32	2.24	1.41	0.33	0.67	1.25	1.18
5.9 Me considero <i>capaz</i> para aprender Estadística	3.54	3.41	3.35	3.59	3.67	3.78	3.53	3.54
5.10 Los temas de Estadística son <i>fáciles</i> de aprender	2.59	2.70	1.76	2.41	3.17	3.39	2.54	2.81
5.11 <i>Comprendo las temáticas</i> de Estadística	2.70	2.78	2.19	2.76	3.11	3.33	2.69	2.92
5.12 <i>Comprendo las fórmulas</i> que se utilizan en Estadística	2.54	2.86	2.00	2.88	2.94	3.28	2.51	2.97
5.13 Cometo <i>errores matemáticos</i> durante los cálculos estadísticos	2.86	2.46	2.94	2.59	2.33	2.33	2.75	2.46
5.14 Me gustaría <i>participar</i> a futuro, en otros cursos de Estadística vía Internet.	2.84	1.97	2.76	3.12	2.72	2.72	2.79	2.43
5.15 Es suficiente el <i>tiempo que se le dedica</i> al curso de Estadística	2.81	2.62	2.18	2.24	2.44	2.61	2.57	2.53
5.16 La Estadística es <i>importante</i> para mí.	3.05	3.08	3.24	3.47	2.89	3.11	3.06	3.18
5.17 La Estadística es <i>necesaria</i> en mi desarrollo profesional	3.35	3.41	3.41	3.65	3.28	3.22	3.35	3.42
5.18. Considero que la Estadística es <i>útil</i> en mi vida	3.27	3.14	3.53	3.47	3.06	3.11	3.28	3.21

Nota: La estimación de la media se hizo considerando la codificación (0-4) de la escala de Likert utilizada para caracterizar los acuerdos/desacuerdos a los enunciados, donde el 0=desacuerdo total; 1=en desacuerdo; 2=indeciso; 3= de acuerdo; 4= totalmente de acuerdo.

Para estimar la magnitud y dirección del cambio, se calcularon las diferencias expresadas en porcentaje entre los valores medios obtenidos en el postest menos su valor equivalente en el pretest. Dichas diferencias se muestran en la Tabla 4.11. Se señalaron aquellas diferencias que fueron significativas al nivel de probabilidad $p < 0.05$, utilizando para ello el contraste t-student para datos apareados (*paired samples t-test*).

Tabla 4.11. Diferencias porcentuales por enunciado relativo a la actitud hacia la Estadística.

« ACTITUD HACIA ESTADISTICA »				
DIFERENCIAS PORCENTUALES (Postest – Pretest)*				
(ENUNCIADOS)	G1	G2	G3	3 grupos
5.1 Me gusta la Estadística	- 4.8	13.2	5.6	2.1
5.2 Me agrada la modalidad vía Internet para las lecciones de Estadística	-23.7	7.4	-5.5	-12.2
5.3 Es motivante aprender Estadística	-12.8	13.2	0.0	-3.5
5.4 Prefiero la innovación educativa vía Internet para el curso de Estadística	-23.6	-7.3	-8.3	-16.0
5.5 Domino los temas estadísticos que se ven en clases	6.7	8.9	5.5	6.9
5.6 Las clases de Estadística son estresantes	5.4	-8.8	4.6	2.0
5.7 Los exámenes de Estadística me causan desánimo	-6.1	-14.7	8.3	-4.6
5.8 Siento temor a la materia de Estadística	2.0	-20.6	7.0	-1.8
5.9 Me considero capaz para aprender Estadística	-3.4	5.9	2.7	0.3
5.10 Los temas de Estadística son fáciles de aprender	2.7	16.2	5.5	6.6
5.11 Comprendo las temáticas de Estadística	2.0	14.4	5.5	5.6
5.12 Comprendo las fórmulas que se utilizan en Estadística	8.1	22.1	8.3	11.5
5.13 Cometo errores matemáticos durante los cálculos estadísticos	-10.1	-8.8	0.0	-7.3
5.14 Me gustaría participar a futuro, en otros cursos de Estadística vía Internet	-21.6	8.8	0.0	-9.0
5.15 Es suficiente el tiempo que se le dedica al curso de Estadística	-4.8	1.5	4.2	-1.0
5.16 La Estadística es importante para mí.	0.6	5.9	5.6	3.1
5.17 La Estadística es necesaria en mi desarrollo profesional	1.3	5.9	-1.3	1.7
5.18. Considero que la Estadística es útil en mi vida	-3.4	-1.4	1.4	-1.7
MEDIA DE DIFERENCIAS **	-4.9	+8.4	+0.4	-0.5

* Los valores sombreados corresponden a diferencias significativas al nivel $P < 0.05$; el estadístico de contraste utilizado fue t-student para datos apareados (*paired samples t-test*).

** Para el cálculo de la media, los enunciados 5.6, 5.7 y 5.8 fueron considerados positivos, con su respectiva transformación de la escala utilizada.

El grupo I presentó la mayor cantidad de diferencias significativas en 11 de 18 enunciados. Los reactivos 5.1 al 5.4 y 5.18 dan cuenta de diferencias negativas debido a la disminución de la apreciación de dichos enunciados en el postest. Esto proporciona evidencias de una actitud desfavorable o negativa hacia la Estadística por parte de los alumnos del grupo I, misma que se pone de manifiesto con el enunciado (5.14 *Me gustaría participar a futuro, en otros cursos de Estadística vía Internet*) que tuvo una pérdida porcentual en su evaluación de -21.6% y con el enunciado (5.2 *Me agrada la modalidad vía Internet para las lecciones de Estadística*) que mostró la mayor diferencia negativa con -23.7%.

El grupo II presentó diferencias significativas en 6 de 18 enunciados, todas ellas positivas, consecuencia de una mejor evaluación de los enunciados en el postest. Específicamente, fueron los reactivos 5.1 al 5.3 quienes tuvieron diferencias positivas. Por su parte, el enunciado (5.14 *Me gustaría participar a futuro, en otros cursos de Estadística vía Internet*) tuvo una ganancia porcentual de +8.8 %, evidencia del agrado hacia este tipo de innovaciones en Estadística.

Respecto al grupo III, tuvo solo una diferencia significativa en el enunciado (5.12 *Comprendo las fórmulas que se utilizan en Estadística*) diferencia positiva en acuerdo a dicho enunciado. Los enunciados (5.1 *Me gusta la Estadística*) y (5.18 *Considero que la Estadística es útil en mi vida*) aportaron evidencias de una actitud moderadamente favorable hacia la Estadística. Con relación al enunciado (5.14 *Me gustaría participar a futuro, en otros cursos de Estadística vía Internet*) el puntaje otorgado fue de 68% sin cambio entre postest-pretest. Este valor sugiere un acuerdo moderado con el enunciado.

Es de notar que para los tres grupos, los reactivos 5.10, 5.11 y 5.12, todos ellos relacionados con la facilidad de aprender y comprender la Estadística, tuvieron diferencias positivas en los tres grupos, y en su mayoría, dicha diferencia fue significativa. De forma gráfica, la Figura 4.4 resume las tendencias antes mencionadas. En dicha gráfica, para cada grupo en el pretest o postest se representan la mediana, los valores máximo y mínimo y el Rango Inter Cuartil (RIC) que corresponde a la dispersión de los datos entre el cuartil 75 y cuartil 25 (Q3-Q1). A manera de síntesis, el grupo I presentó una actitud desfavorable a la Estadística, con una media de diferencias negativa (-4.9%); el grupo II mostró la mayor diferencia positiva en actitud, alcanzando una media global de (+8.4%) mientras que el grupo III presentó una actitud moderadamente favorable a Estadística, con una media global de (-0.4%).

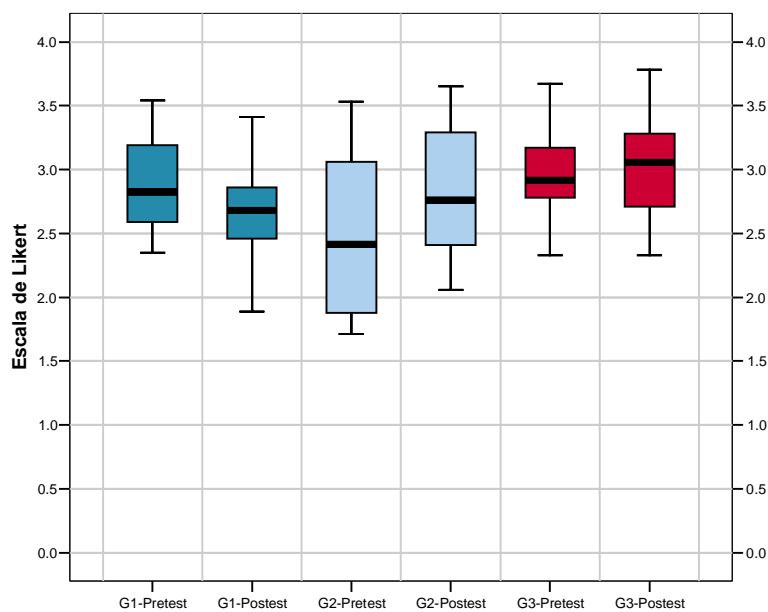


Figura 4.4. Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos para los enunciados relacionados con la actitud hacia Estadística según los grupos participantes durante el pretest y postest.

Para conocer cual fue el desempeño académico de aquellos alumnos que tuvieron una actitud favorable a la Estadística, se agruparon los siguientes 7 enunciados de la encuesta de opinión: [5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.16, 5.17 y 5.18] (ver Tablas 4.10 y 4.11) todos ellos relacionados con el gusto, agrado e importancia que los alumnos le brindan a la ciencia de los datos. Posteriormente, se seleccionó al 25% de los alumnos de los tres grupos que opinaron más favorablemente a dichos enunciados (nivel superior), así como al 25% de los alumnos que menos favorablemente opinaron a los mismos enunciados (nivel inferior). La idea tras esta selección fue extraer los registros extremos de la opinión de los alumnos hacia la actitud en Estadística. La Tabla 4.12 muestra que el subgrupo del nivel superior en el pretest obtuvo una mejor media de calificaciones en Estadística (90.2) que su contraparte del nivel inferior (81.3); dicha diferencia entre medias³ no fue significativa al nivel de significancia de 0.05. Sin embargo, esta tendencia no significativa sugiere que una actitud favorable a la Estadística propicia una mejor disposición para el aprendizaje de dicha ciencia. Por su parte, las medias de calificaciones en Estadística en el postest para ambos subgrupos fueron casi equivalentes (84.5 y 84.9).

Tabla 4.12. Comparativo de los subgrupos que más (~25%) y menos (~25%) favorablemente opinaron hacia siete enunciados que fueron seleccionados de la encuesta de actitud relacionados con el agrado a Estadística.

« AGRADO A ESTADÍSTICA » Selección de 7 enunciados		n	Media de calificaciones	D.E.	EEM*	Valor de t-student**	t-student*** Significancia
Pretest	-25% datos nivel superior	18	90.2	11.8	2.8	-1.88	0.07
	-25% datos nivel inferior	16	81.3	15.7	3.9		
Postest	-25% datos nivel superior	20	84.5	17.8	4.0	0.1	0.92
	-25% datos nivel inferior	19	84.9	14.4	3.3		

* EEM: Error estándar de la media.

** Se asume igualdad de varianzas entre los subgrupos (prueba F-Levene), con significancias 0.18 y 0.74 en el pretest y postest, respectivamente.

*** Se utilizó el contraste t-student para muestras independientes.

A partir de las transcripciones generadas de las entrevistas a los docentes, se identificaron comentarios favorables acerca de la Estadística. Dicha ciencia es vista como una herramienta indispensable e importante en la mayoría de las profesiones, útil a todas las ciencias y que facilita la toma de decisiones. Los docentes comentaron que volverían a impartir dicha materia ya que la consideran muy importante.

³ El estadístico de contraste utilizado fue t-student para muestras independientes.

Por otro lado, los alumnos también mostraron una actitud positiva hacia Estadística. Esto se deriva a partir de los comentarios obtenidos de las transcripciones del grupo de discusión. Los alumnos coincidieron en señalar que la Estadística es una herramienta muy eficaz y útil. Asimismo, puntualizaron que las lecciones en línea de Estadística fueron una forma diferente de aprender, innovadora y dinámica, que además motivaba al estudio de Estadística. Mayor detalle de los comentarios expresados pueden consultarse en la Tabla A.4.11 del Anexo G.

4.2.2. Opinión acerca del uso de tecnología

A la pregunta hecha a los estudiantes de *¿cómo consideran su conocimiento y habilidades tecnológicas?*, la mayoría (61% en pretest y 68% en postest) consideró tener un nivel medio de conocimiento. En la Tabla 4.13 se observa que un 20.8% se ubicó en un nivel básico al inicio de la intervención educativa (pretest), porcentaje que disminuyó a un 12.5% en el postest. Lo anterior sugiere que los participantes consideraron haber tenido una ganancia en cuanto a conocimiento tecnológico se refiere. Es de notar que el porcentaje de pérdida en el nivel básico, equivale a la ganancia porcentual de los niveles medio y avanzado.

Tabla 4.13. Opinión de los alumnos de los tres grupos acerca del enunciado sobre su definición ante la tecnología

« OPINIÓN ACERCA DEL USO DE TECNOLOGÍA » GLOBAL (TRES GRUPOS)	PRETEST		POSTEST	
	n	%	n	%
6.3 ¿Como te defines ante la tecnología?				
Nivel básico	15	20.8	9	12.5
Nivel medio	44	61.1	49	68.1
Nivel avanzado	13	18.1	14	19.4

La Figura 4.5 muestra los porcentajes medios obtenidos por cada grupo acerca de la definición de los alumnos ante la tecnología de acuerdo a los niveles básico, medio y avanzado. Para los tres grupos, el mayor porcentaje lo tuvo el nivel medio con 60%, aproximadamente. Por su parte, el grupo II tuvo una disminución porcentual en el postest al nivel medio, consecuentemente, los niveles bajo y avanzado tuvieron un ligero incremento porcentual. Esto sugiere que algunos alumnos, que inicialmente consideraron tener un nivel medio tecnológico, ahora se definieron en una mejor o peor situación. Para el grupo III, el nivel básico tuvo un porcentaje de cero, mientras que el nivel medio alcanzó un 67% y el nivel avanzado un 33%. Esto tiene explicación si

consideramos que dichos alumnos están adscritos a la Licenciatura en Informática, lo cual supone un conocimiento en el área tecnológica en general y computacional en lo particular.

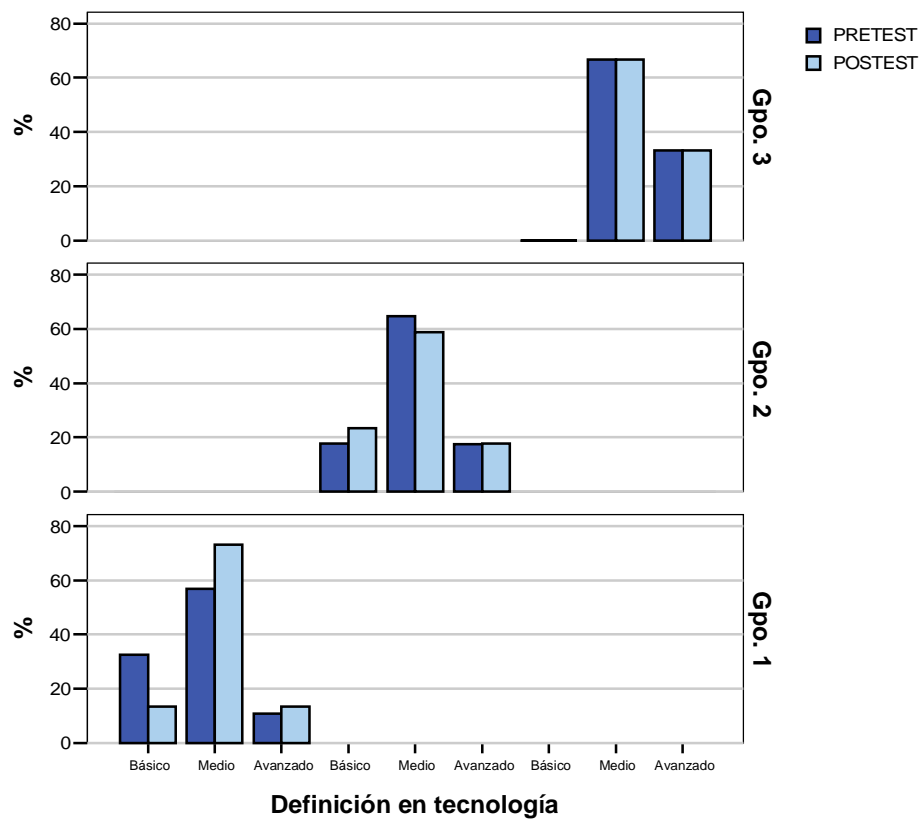


Figura 4.5. Ubicación por niveles tecnológicos (básico, medio y avanzado) para los alumnos de cada grupo, según su opinión a los enunciados relacionados con su definición ante la tecnología.

Se seleccionó al 25% de los alumnos de los tres grupos cuya opinión con relación a su definición ante la tecnología estuvo en los extremos (avanzados y principiantes). Posteriormente se calcularon sus descriptivos básicos con relación a su desempeño académico en Estadística. Se observa en la Tabla 4.14, que el subgrupo de los 'Avanzados' tuvo mejor media de calificaciones en Estadística tanto en el pretest como en el postest, diferencia que fue significativa al nivel $p < 0.05$ solo en el postest (ver Tabla 4.14).

Tabla 4.14. Comparativo en el desempeño académico de los alumnos (avanzados/principiantes), agrupados (~25% en cada extremo) según su opinión ante la tecnología.

« DEFINICIÓN ANTE TECNOLOGÍA »		n	Media de calificaciones	D.E.	EEM*	Valor de t-student**	t-student Significancia
Pretest	Nivel avanzado	13	90.2	11.4	3.2	-1.16	0.26
	Nivel principiante	15	85.7	9.4	2.4		
Postest	Nivel avanzado	14	89.3	11.4	3.1	-2.15	0.04***
	Nivel principiante	9	77.8	14.1	4.7		

* EEM: Error estándar de la media

** Se asume igualdad de varianzas entre los subgrupos (prueba F-Levene), con significancias 0.37 y 0.73 en el pretest y postest, respectivamente.

*** Se utilizó el contraste t-student para muestras independientes; diferencias significativas al nivel $P < 0.05$

De manera general, la Tabla 4.15 muestra la importancia que los alumnos le dan a ciertas actividades cuando usan la computadora. Se incluyó un indicador, al que se le denominó Importancia Relativa (IR). Este último expresa la equivalencia en porcentaje de la media, de forma que el valor máximo de la escala Likert utilizada le corresponde el 100%. Las dos actividades más importantes fueron la *Búsqueda de información en Internet* y el *Correo electrónico*. La importancia relativa para las dos actividades antes mencionadas, fue cercana al 60%. Llama la atención el 43% de IR que tienen los juegos computarizados para los alumnos.

Tabla 4.15. Principales actividades realizadas por los alumnos con la computadora y la importancia otorgada a ellas según la opinión de alumnos.

6.8 Jerarquiza según la importancia que le des a las siguientes actividades cuando usas una computadora.	Importancia Relativa (%)	
	Pretest	Postest
Búsqueda de información en Internet	69.0	73.2
Correo electrónico	63.3	58.8
Chat	59.6	54.9
Procesador de textos	58.3	61.1
Navegar por Internet	57.7	57.8
Juegos	43.8	43.4

Con relación al enunciado *La tecnología es fundamental para lograr un aprendizaje*, de manera general, logró un alto porcentaje de acuerdos en los tres grupos. Así, en el grupo I se obtuvieron 54% (pretest) y 59% (postest) de acuerdo con lo establecido por dicho enunciado. En el grupo II se obtuvieron 82.4% tanto en pretest como en postest, mientras que en el grupo III se tuvieron 77.8% (pretest) y 55.6% (postest) (ver Tabla 4.16). Es de notar el alto porcentaje que alcanzó la opinión del grupo II en este enunciado.

Por su parte, el enunciado *El aprendizaje es independiente del uso de tecnología*, tuvo la mayor disminución porcentual en el grupo I, de 40% en el pretest a 30% en el postest. Esto sugiere una

mayor dependencia entre el aprendizaje y la tecnología, según la opinión de los alumnos de dicho grupo. La opinión de los alumnos del grupo II hacia este enunciado permaneció sin cambio durante el pretest y postest, con 17.6%. Por su parte, en el pretest, el 22% de los alumnos del grupo III estuvieron de acuerdo con el enunciado, mientras que en el postest dicho porcentaje alcanzó el 38%.

El enunciado *Prefiero los cursos con uso moderado de tecnología* tuvo el mayor porcentaje de acuerdos entre los tres grupos, con valores cercanos al 60%, tanto en pretest como en postest. Por su parte, el grupo III tuvo el menor porcentaje de acuerdo con este enunciado, obteniendo 33.3% en el pretest y 38.9% en el postest. Los alumnos del grupo II mantuvieron una posición intermedia, logrando este enunciado 47.1% en el pretest y 56.3% en el postest.

El enunciado *Prefiere los cursos que se apoyen ampliamente en la tecnología*, tuvo mayor aceptación o acuerdo entre los alumnos del grupo III, logrando un porcentaje cercano al 61%. El menor valor de acuerdo hacia este enunciado lo tuvo el grupo I, con 32.4% en pretest y 13.5% en postest.

Con relación al enunciado 6.9, la mayoría de los alumnos coincidió en que el uso de la tecnología favorece el aprendizaje, promueve la colaboración estudiantil, que es una herramienta instrumental valiosa y que tienen el interés en incorporar las nuevas tecnologías para apoyar sus estudios, con un acuerdo cercano al 80%. Sin embargo, también señalaron desventajas como: lo costoso en términos de recursos, lo consumidora de tiempo y que se requiere de tiempo extra para realizar tales actividades. Información con más detalle se presenta en las Tablas A.4.16a, A.4.16b, A.4.16c y A.4.16d del Anexo G.

Tabla 4.16. Opinión de los alumnos acerca de los enunciados relacionados con la tecnología en el proceso educativo.

« OPINIÓN ACERCA DEL USO DE TECNOLOGÍA » ENUNCIADOS	Grupo I		Grupo II		Grupo III		Global	
	pretest	postest	pretest	postest	pretest	postest	pretest	postest
6.1 ¿Cuál enunciado refleja mejor tu opinión acerca de la tecnología en educación?								
La tecnología es fundamental para lograr un aprendizaje	54.1	59.5	82.4	82.4	77.8	55.6	66.7	63.9
El aprendizaje es independiente del uso de tecnología	40.5	29.7	17.6	17.6	22.2	38.8	30.5	29.2
La tecnología no es necesaria para apoyar mi aprendizaje	5.4	10.8	-	-	-	5.6	2.8	6.9
6.5 ¿Cuál enunciado describe de mejor manera tu preferencia con el uso de tecnología en los cursos?								
Prefiero los cursos que no usen tecnología	2.7	18.9	5.9	-	5.6	-	4.2	9.9
Prefiero los cursos con uso moderado de tecnología	64.9	67.6	47.1	56.3	33.3	38.9	52.8	57.7
Prefiero cursos que se apoyen ampliamente en la tecnología	32.4	13.5	47.1	43.7	61.1	61.1	43.0	32.4
6.9 El uso de la tecnología para apoyar el proceso educativo:								
Favorece el aprendizaje	86.1	79.3	95.6	85.9	85.9	90.3	88.4	83.7
Promueve la colaboración estudiantil	79.9	72.7	82.4	81.3	76.6	73.6	79.7	75.0
Dificulta las clases	27.1	33.1	16.2	15.0	28.1	26.4	24.6	27.2
Es una herramienta instrumental valiosa	82.9	83.1	94.1	85.9	93.8	87.5	88.2	84.9
Es costosa en términos de recursos	43.6	51.5	63.2	48.3	56.3	41.7	51.5	48.1
Hace sentir a los docentes más competentes	71.3	65.9	70.3	78.1	67.2	63.9	70.1	68.3
Es consumidora de tiempo	49.3	49.2	41.2	41.7	37.5	40.3	44.4	45.0
Motiva a los estudiantes	81.4	72.1	85.3	84.4	85.9	86.1	83.5	78.7
Requiere de tiempo extra para planear las actividades	60.3	64.8	47.1	53.1	54.7	43.1	55.6	56.1
Incrementa el estrés y ansiedad en los estudiantes	38.6	43.8	36.8	21.7	26.6	16.7	35.3	31.2
Interés en incorporar nvas. tecnologías de apoyo a tus estudios	84.5	75.0	94.1	89.7	93.8	92.2	88.4	83.7

Al seleccionar dos opciones opuestas del enunciado 6.1, se registra en el pretest (ver Tabla 4.17) que quienes opinaron que *el aprendizaje es independiente de la tecnología* tuvieron una media de calificaciones en Estadística ligeramente mayor (86.9) que quienes optaron por el enunciado *la tecnología es fundamental para el aprendizaje* (85.8), diferencia no significativa al nivel $p < 0.05$. Sin embargo, en el postest la situación se invierte y fue ahora quienes opinaron que *la tecnología es fundamental para el aprendizaje* quienes tuvieron mejor media de calificaciones en Estadística (tendencia no significativa). Esto sugiere una importancia creciente al papel de apoyo de la tecnología en el proceso educativo.

Tabla 4.17. Contraste de medias de calificaciones en Estadística en pretest y postest, agrupando a los alumnos según su opinión en dos enunciados antagónicos acerca de la tecnología.

« RELACIÓN TECNOLOGÍA-APRENDIZAJE »		n	Media de calificaciones	D.E.	EEM*	Valor de t-student**	t-student*** Significancia
Pretest	Tecnología es fundamental para el aprendizaje	48	85.8	14.3	2.1	-0.33	0.74
	El aprendizaje es independiente de la tecnología	22	86.9	13.6	2.9		
Postest	Tecnología es fundamental para el aprendizaje	46	86.3	14.7	2.2	0.44	0.66
	El aprendizaje es independiente de la tecnología	21	84.7	13.1	2.9		

* EEM: Error estándar de la media

** Se asume igualdad de varianzas entre los subgrupos (prueba F-Levene), con significancias 0.90 y 0.62 en el pretest y postest, respectivamente.

*** Se utilizó el contraste t-student para muestras independientes.

Al seleccionar los dos enunciados [5.2 y 5.14] de la encuesta de opinión que tratan sobre el *agrado a la modalidad vía Internet para los cursos de Estadística* y al *gusto por participar a futuro en otros cursos vía Internet*, en la Tabla 4.18 se observa que quienes opinaron (25% nivel superior) en acuerdo o agrado con lo dicho en esos enunciados tuvieron una media de calificaciones mayor en la materia de Estadística (88.3) con relación al (81.3) obtenido por su contraparte del 25% del nivel inferior, tendencia no significativa al nivel $p < 0.05$ (contraste t-student para muestras independientes). Por su parte, en el postest se tuvieron unas medias de calificaciones en Estadística prácticamente equivalentes (86.5).

Tabla 4.18. Contraste de medias de calificaciones en Estadística en pretest y postest, agrupando a los alumnos según su opinión en dos enunciados que tratan sobre el agrado por la modalidad vía Internet para cursos.

« AGRADO VÍA INTERNET » Selección de 2 enunciados		n	Media de calificaciones	D.E.	EEM*	Valor de t-student**	t-student*** Significancia
Pretest	~25% datos nivel superior	26	88.3	11.1	2.2	-1.4	0.17
	~25% datos nivel inferior	18	81.3	19.1	4.5		
Postest	~25% datos nivel superior	21	86.5	14.0	3.05	0.003	0.99
	~25% datos nivel inferior	24	86.5	13.2	2.70		

* EEM: Error estándar de la media.

** No se asume igualdad de varianzas entre los subgrupos en el pretest (prueba F-Levene; significancia de 0.04); para el postest, si se sostiene la igualdad de varianzas (significancia de 0.91).

*** Se utilizó el contraste t-student para muestras independientes.

Con relación al uso de la tecnología, la opinión de los docentes, expresada a través de la entrevista, fue positiva. En términos generales manifestaron comentarios tales como: "...la tecnología es necesaria en todas las disciplinas", "...es una herramienta de apoyo para la impartición de clases", "...agiliza y facilita el aprendizaje", "...es un complemento que cada vez se hace más necesario", "...la tendencia nos va a llevar al uso de tecnología", "...un curso vía Internet implica ser autodidacta y que el alumno tenga mayor responsabilidad". Dichos comentarios son un reflejo de las bondades que los docentes percibieron de la tecnología, pero también expresaron la responsabilidad que los alumnos adquieren, ejemplificado con términos como autodidacta, o que el alumno sea responsable de su propio aprendizaje.

A través del grupo de discusión, los alumnos coincidieron en señalar que la tecnología ayuda a entender los temas vistos en clase y que fue un complemento muy útil a la materia. La tecnología, vista desde una perspectiva educativa por parte de los alumnos, tuvo adjetivos tales como: "... útil,

fácil, dinámica, práctica e interesante". Sin embargo, también manifestaron cierta cautela tecnológica con expresiones como: "...la computadora no nos va a resolver todas nuestras dudas... necesitamos a un maestro que nos pueda ayudar y asesorar" o "...como apoyo si me gusta pero yo necesito tener a un maestro que me esté respaldando". Mayor detalle de los comentarios pueden consultarse en la Tabla A.4.16e del Anexo G.

A manera de síntesis para este apartado, la actitud hacia la Estadística mostrada por los alumnos del grupo I fue moderadamente desfavorable, a diferencia de los alumnos de los grupos II y III quienes mostraron una actitud positiva. Por su parte, los tres docentes participantes también mostraron una actitud positiva hacia dicha ciencia.

Respecto a la tecnología, el mayor porcentaje de los alumnos (60%-70%) se ubicó en un nivel medio de conocimiento tecnológico, con una tendencia moderada del grupo III a un nivel avanzado de conocimiento, quizá por la naturaleza de su carrera (Licenciatura en Informática). En cuanto a la actividad realizada con la computadora, las más relevantes fueron: i) búsqueda de información, ii) correo electrónico y iii) procesador de textos.

Con relación a la postura de los alumnos acerca de la tecnología en educación, el 55% de los alumnos del grupo I consideró que la tecnología es fundamental para lograr un aprendizaje, mientras que para el grupo II dicho porcentaje alcanzó la cifra de 82% y 65% para el grupo III. Así, el grupo I prefiere un uso moderado de la tecnología en los cursos, mientras que los grupos II y III le apuestan a un uso de moderado a amplio. Por su parte, los docentes mostraron, con cierta cautela, interés hacia el uso de la tecnología en educación.

4.3. Aspectos pedagógicos

En este apartado se incluyen los resultados asociados a los aspectos pedagógicos de las lecciones de Estadística distribuidos en cuatro tópicos. En el primero, intitulado Efecto de las lecciones sobre el aprendizaje se presentan los resultados del aprendizaje de los alumnos en función de la actividad realizada con las lecciones en línea. En el segundo tópico, **Percepción general sobre el aprendizaje** se incluye la opinión de los alumnos acerca de su percepción sobre el aprendizaje logrado. Con el tercer tópico, **Enfoque tecno-pedagógico**, se agrupan los

resultados de la aplicación de las lecciones considerando sus características técnicas y pedagógicas. En el último tópico, *Estrategias constructivistas*, se presentan los resultados de las opiniones de docentes y alumnos sobre las tres estrategias incluidas en las lecciones.

4.3.1. Efecto de las lecciones sobre el aprendizaje

Para cada grupo se hizo una clasificación en subgrupos de acuerdo a la actividad registrada por los usuarios según el sistema de *tracking* de Moodle. Así, resultaron los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ). A los subgrupos creados se les aplicó la prueba de Levene o de igualdad de varianzas (homocedasticidad) para determinar si las varianzas de los subgrupos se consideran equivalentes. En ningún caso se detectaron diferencias significativas por lo que se asumieron como subgrupos equivalentes.

Para explorar si las medias de las calificaciones que obtuvieron los alumnos del subgrupo con +Activ fueron estadísticamente diferentes con relación al de -Activ, se les aplicó la prueba t-student para muestras independientes. Al nivel de significancia 0.05 no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los contrastes que se muestran en las Tablas 4.19, 4.20 y 4.21. Sin embargo, llama la atención la tendencia no significativa presentada con el subgrupo de mayor actividad (+Activ) el cual tuvo un mejor promedio de calificaciones en 6 de 7 comparaciones (ver Figura 4.6). Por otra parte, es de notar que el grupo II obtuvo la menor media de calificaciones en los tres temas, con relación a los grupos I y III.

Tabla 4.19. Descriptivos básicos asociados a las calificaciones obtenidas por los alumnos de los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ) en el tema de la curva normal.

« CURVA NORMAL »	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	+Activ.	- Activ.	+Activ.	-Activ.	+Activ.	- Activ.
No. de participantes	20	20	12	11	15	15
Significancia (Homocedasticidad)*	0.77		0.60		0.02	
Media	79.50	74.50	68.33	64.55	95.87	94.13
Desviación estándar	23.50	26.05	18.38	24.34	6.08	8.61
Error estándar media	5.25	5.82	5.31	7.34	1.57	2.22
Valor t-student**	0.64		0.42		0.64	
Significancia (t-student)	0.52		0.68		0.53	

* Prueba de Levene para igualdad de varianzas; significancia $P < 0.05$

** Prueba t-student para muestras independientes

Tabla 4.20. Descriptivos básicos asociados a las calificaciones obtenidas por los alumnos de los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ) en el tema de hipótesis.

« HIPOTESIS »	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	+Activ.	- Activ.	+Activ.	-Activ.	+Activ.	- Activ.
No. de participantes	20	20	12	11	-	-
Significancia (Homocedasticidad)*	0.16		0.02		-	
Media	93.30	90.15	75.8	85.00	-	-
Desviación estándar	12.75	16.90	27.46	8.06	-	-
Error estándar media	2.85	3.78	7.93	2.43	-	-
Valor t-student**	0.67		-1.11		-	
Significancia (t-student)	0.51		0.29		-	

* Prueba de Levene para igualdad de varianzas; significancia $P < 0.05$

** Prueba t-student para muestras independientes

Tabla 4.21. Descriptivos básicos asociados a las calificaciones obtenidas por los alumnos de los subgrupos de mayor actividad (+Activ) y menor actividad (-Activ) en el tema de Z/t-student.

« CONTRASTES Z/T-STUDENT »	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	+Activ.	- Activ.	+Activ.	-Activ.	+Activ.	- Activ.
No. de participantes	20	20	11	10	-	-
Significancia (Homocedasticidad)*	0.65		0.92			
Media	92.74	89.77	79.00	75.60	-	-
Desviación estándar	8.32	10.29	18.88	25.11	-	-
Error estándar media	1.86	2.30	5.69	7.94	-	-
Valor t-student**	1.00		0.35		-	
Significancia (t-student)	0.32		0.73		-	

* Prueba de Levene para igualdad de varianzas; significancia $P < 0.05$

** Prueba t-student para muestras independientes

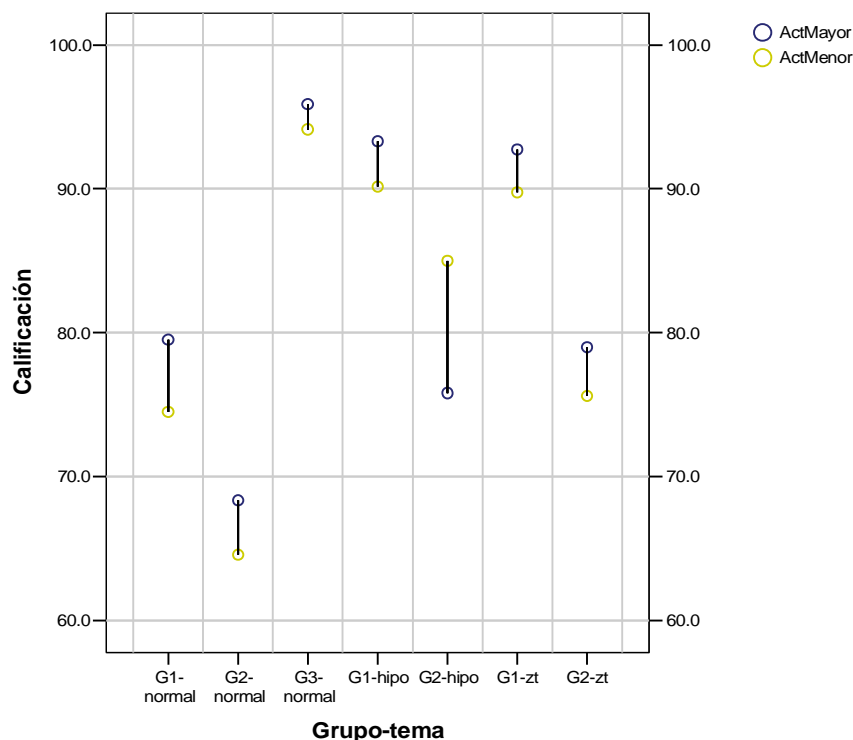


Figura 4.6. Comparativo de las medias de calificaciones de los subgrupos con mayor actividad (ActMayor) versus los de menor actividad (ActMenor) según la lección y grupo.

4.3.2. Percepción general sobre el aprendizaje

De manera general, los enunciados de la Tabla 4.22 dan cuenta de la percepción general de los alumnos sobre el aprendizaje. Desde una perspectiva grupal, no hubo diferencias significativas en ninguna de las comparaciones hechas entre los tres grupos en el pretest y postest. Es de notar al enunciado 4.4 *El instructor debe ser la principal vía para resolver mis dudas* que obtuvo la mayor diferencia negativa (postest-pretest) en los tres grupos. Cuando se consideró de forma integral a los tres grupos, el mismo enunciado (4.4) presentó diferencia significativa al nivel $p < 0.05$. Esto sugiere que, la inserción de apoyos tecnológicos en línea favoreció la resolución de dudas de los alumnos. Sin embargo, el bajo puntaje obtenido con el reactivo 4.6 *Mi aprendizaje lo puedo lograr sin instructor* da cuenta de la dependencia de la figura del docente en el aprendizaje de los alumnos. Mayor información estadística sobre las percepciones en cada grupo puede consultarse en las Tablas A.4.22a, A.4.22b, A.4.22c y A.4.22d del Anexo G.

Tabla 4.22. Valores medios de la percepción general de los alumnos de cada grupo y global acerca de los enunciados relacionados con el aprendizaje en el pretest y postest.

PERCEPCION GENERAL SOBRE EL APRENDIZAJE (Enunciados)	Grupo I (n=37)		Grupo II (n=17)		Grupo III (n=18)		Global (n=72)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
4.1 La <i>calidad</i> del aprendizaje que he logrado en la universidad ha sido de buena calidad.	3.16	3.14	3.12	3.29	3.06	3.17	3.13	3.18
4.2 Me <i>motiva</i> estudiar en la universidad	3.57	3.43	3.59	3.53	3.50	3.50	3.56	3.47
4.3 La <i>retroalimentación</i> del instructor es necesaria para mi aprendizaje	3.35	3.25	3.65	3.76	3.17	3.44	3.38	3.42
4.4 El <i>instructor</i> debe ser la principal vía para resolver mis dudas	3.30	3.24	3.35	3.00	3.06	2.56	3.25	3.01
4.5 El <i>trabajo en equipo</i> es fundamental para el logro de mi aprendizaje	2.78	2.84	3.00	3.00	2.50	2.39	2.76	2.76
4.6 Mi <i>aprendizaje lo puedo lograr sin instructor</i>	1.24	1.27	1.41	1.47	1.61	1.50	1.38	1.38
4.7 La <i>organización</i> de los materiales educativos que a la fecha he revisado en la universidad es adecuada	2.92	3.00	2.59	2.71	2.72	2.89	2.79	2.90
4.8 Los contenidos de los materiales educativos que se me han proporcionado han sido <i>claros</i>	2.78	2.78	2.76	2.76	2.89	2.94	2.81	2.82
4.9 La <i>profundidad</i> de los materiales educativos que se me han proporcionado ha sido adecuada	2.89	2.89	2.59	2.88	2.72	2.89	2.78	2.89
4.10 La información educativa que se me ha proporcionado en los cursos ha sido <i>pertinente</i>	3.00	3.00	2.82	2.88	2.71	2.83	2.89	2.93
4.11 Los materiales educativos que he recibido en los cursos universitarios han sido de buena <i>calidad</i> .	3.11	2.92	2.82	3.12	3.17	3.06	3.06	3.00
4.12 Los materiales educativos recibidos en los cursos universitarios han tenido un buen <i>nivel de innovación</i> .	2.84	2.72	2.59	2.94	2.83	2.67	2.78	2.76

Nota: La estimación de la media se hizo considerando la codificación (0-4) de la escala de Likert utilizada para caracterizar los acuerdos/desacuerdos a los enunciados, donde el 0=desacuerdo total; 1=en desacuerdo; 2=indeciso; 3= de acuerdo; 4= totalmente de acuerdo.

Para el caso de las magnitudes de las diferencias (postest-pretest), la Tabla 4.23 muestra dichas diferencias en porcentos así como su respectiva significancia estadística según las comparaciones entre postest y pretest para cada grupo. Para el grupo I, el enunciado 4.11 *Los materiales educativos que he recibido en los distintos cursos universitarios han sido de buena calidad* muestra la mayor diferencia porcentual negativa (-4.8%) y el enunciado 4.2 *Me motiva estudiar en la universidad* con un -3.4%. Así, el grupo I se presenta prácticamente sin cambio en su percepción acerca del aprendizaje, con ciertas evidencias de pérdida de motivación y una crítica sobre los materiales universitarios recibidos a la fecha. El grupo II tuvo una buena percepción sobre su aprendizaje, expresada con diferencias positivas en la mayoría de los enunciados. Se distingue el enunciado 4.4 *El instructor debe ser la principal vía para resolver mis dudas* con una diferencia de -8.8%. Por su parte, el grupo III también presentó una buena percepción sobre su aprendizaje. Llama la atención el mismo enunciado (4.4) con una diferencia de -12.5%. Esto sugiere un papel menos protagónico del instructor para resolver las dudas de los estudiantes, debido en gran medida, al soporte tecnopedagógico proporcionado al alumno.

Tabla 4.23. Prueba de contraste y diferencias porcentuales de la opinión de los alumnos acerca de los enunciados relacionados con la percepción general sobre su aprendizaje.

« PERCEPCION GENERAL SOBRE EL APRENDIZAJE » DIFERENCIAS PORCENTUALES (Postest – Pretest)				
ENUNCIADOS	G1	G2	G3	3 grupos
4.1 La <i>calidad</i> del aprendizaje que he logrado en la universidad ha sido de buena calidad.	-0.7	+4.5	+2.8	+1.4
4.2 Me <i>motiva</i> estudiar en la universidad	-3.4	-1.5	0.0	-2.1
4.3 La <i>retroalimentación</i> del instructor es necesaria para mi aprendizaje	-2.5	+2.9	+6.9	+1.2
4.4 El <i>instructor</i> debe ser la principal vía para resolver mis dudas	-1.3	-8.8	-12.5	-6.0*
4.5 El <i>trabajo en equipo</i> es fundamental para el logro de mi aprendizaje	+1.3	0.0	-2.8	0.0
4.6 Mi <i>aprendizaje lo puedo lograr sin instructor</i>	+0.7	+1.5	-2.8	0.0
4.7 La <i>organización</i> de los materiales educativos que a la fecha he revisado en la universidad es adecuada	+2.0	+2.9	+4.1	+2.8
4.8 Los contenidos de los materiales educativos que se me han proporcionado han sido <i>claros</i>	-0.2	0.0	+1.4	+0.3
4.9 La <i>profundidad</i> de los materiales educativos que a la fecha se me han proporcionado ha sido adecuada	0.0	+7.4	+4.1	+2.8
4.10 La información educativa que se me ha proporcionado en los diferentes cursos ha sido <i>pertinente</i>	0.0	+1.5	+3.2	+1.1
4.11 Los materiales educativos que he recibido en los distintos cursos universitarios han sido de buena <i>calidad</i> .	-4.8	+7.3	-2.8	-1.4
4.12 Los materiales educativos que he recibido en los distintos cursos universitarios han tenido un buen <i>nivel de innovación</i> .	-2.8	+8.8	-4.1	-0.4
MEDIA DE DIFERENCIAS	-1.0	+2.2	-0.2	-0.03

* Los valores sombreados corresponden a diferencias significativas al nivel $p < 0.05$; contraste t-student para muestras independientes.

La Figura 4.7 muestra las tendencias grupales sobre la percepción que los alumnos tienen sobre su aprendizaje. El grupo II presentó la mayor diferencia positiva en el postest, mientras que los grupos I y III permanecieron prácticamente sin cambios en postest y pretest. Con relación a la dispersión mostrada con el Rango Inter Cuartil, ésta fue menor durante el postest, para los grupos I y II. El enunciado 4.6 *Mi aprendizaje lo puedo lograr sin instructor*, tuvo valores mínimos (entre 1.2 y 1.6) para todos los grupos, por lo que para propósitos gráficos, fueron transformados dichos valores medios mediante una inversión de la escala, para denotar un sentido positivo en dicho enunciado.

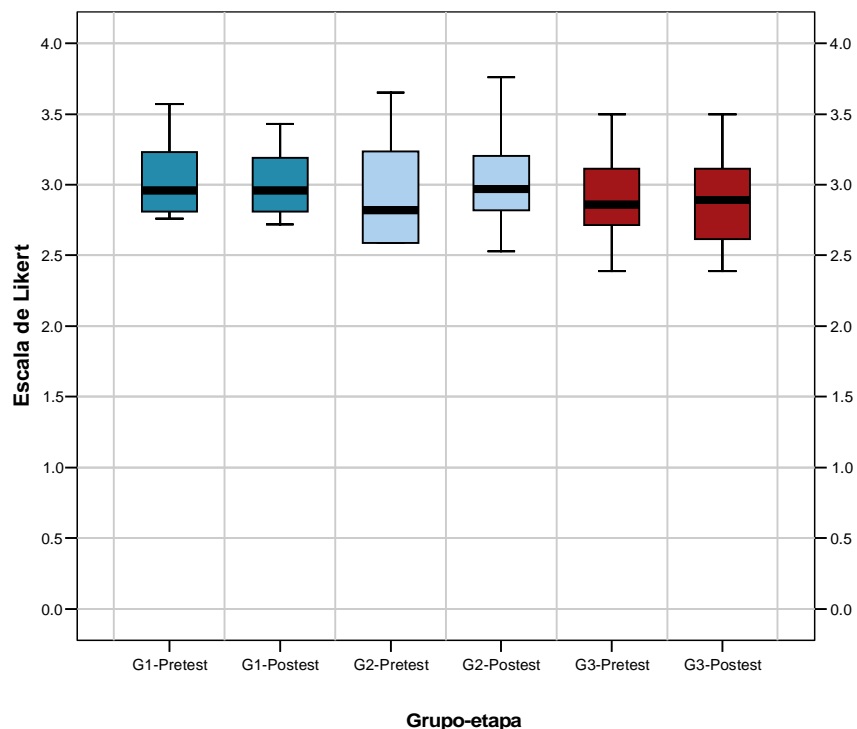


Figura 4.7. Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con la percepción sobre el aprendizaje

4.3.3. Enfoque tecno-pedagógico

En esta sección, se abordan las evaluaciones hechas por los alumnos a las lecciones de Estadística, desde una perspectiva tecno-pedagógica. Los enunciados utilizados se muestran en la Tabla 4.24. Con relación a la lección de la curva normal, los valores medios fluctuaron entre 2.3 y 3.7. El grupo I tuvo la menor evaluación media (para todos los enunciados) con un valor de 2.8; mientras que el valor máximo (para todos los enunciados) lo alcanzó el grupo II con 3.3. El enunciado 7.3 *¿Cómo estimas que fue el interés que despertó en ti cada lección?* tuvo el menor valor en los grupos I y II (2.33 y 2.88 respectivamente), mientras que para el grupo III el valor medio mínimo (2.78) le correspondió al enunciado 7.1 *¿Cómo estimas que fue la calidad del aprendizaje logrado con cada una de las lecciones de Estadística?*; por su parte el enunciado 7.8 *¿Cómo estimas que fue la innovación tecnológica utilizada en cada lección?* logró los valores máximos en los grupos I y II (3.14 y 3.65), mientras que para el grupo III el valor máximo (3.33) le correspondió al enunciado 7.7 *¿En qué medida, consideras que fueron adecuadas las herramientas (enlaces) utilizadas en las lecciones?* La información estadística sobre el enfoque

tecono-pedagógico se presenta con mayor detalle en las Tablas complementarias A.4.24a, A.4.24b y A.4.24c del Anexo G.

Tabla 4.24. Valores medios obtenidos a partir de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con los aspectos tecno-pedagógicos de las lecciones de Estadística.

« ENFOQUE TECNO-PEDAGOGICO » (Importancia relativa en porcentaje)	CURVA NORMAL			HIPOTESIS			Z y t-student		
	Gpo.1	Gpo.2	Gpo.3	Gpo.1	Gpo.2	Gpo.3	Gpo.1	Gpo.2	Gpo.3
7.1 ¿Cómo estimas que fue la calidad del aprendizaje logrado con cada una de las lecciones de Estadística?	2.51	3.24	2.78	2.72	3.12	-	2.23	3.24	-
7.2 ¿Cómo consideras que fue la eficiencia de la didáctica utilizada en cada lección?	2.95	3.24	3.06	2.83	3.35	-	3.00	3.41	-
7.3 ¿Cómo estimas que fue el interés que despertó en ti cada lección?	2.32	2.88	2.83	2.39	3.06	-	2.46	3.06	-
7.4 ¿Cómo estimas que fue la claridad en los contenidos de cada lección?	2.89	3.24	3.00	2.81	3.18	-	2.85	3.47	-
7.5 ¿Cómo consideras que fue la profundidad de los contenidos de las lecciones?	2.78	3.24	3.06	2.75	3.18	-	2.85	3.12	-
7.6 ¿En qué medida consideras que los casos resueltos incluidos en cada lección favorecieron tu aprendizaje?	2.65	3.35	2.94	2.78	3.24	-	2.46	3.35	-
7.7 ¿En qué medida consideras que fueron adecuadas las herramientas (enlaces) utilizadas en las lecciones?	2.81	3.31	3.33	2.78	3.44	-	2.77	3.44	-
7.8 ¿Cómo estimas que fue la innovación tecnológica utilizada en cada lección?	3.14	3.65	3.28	3.19	3.59	-	3.00	3.59	-
7.9 ¿En que medida consideras que la asesoría por medios electrónicos fue adecuada?	2.76	3.41	3.06	2.58	3.47	-	2.67	3.53	-
7.10 ¿Cómo estimas que fue el tiempo de respuesta del instructor para aclarar tus dudas?	3.06	3.44	3.18	2.91	3.56	-	3.25	3.56	-
7.11 ¿En qué medida consideras que fue adecuado el uso de medios electrónicos para favorecer tu aprendizaje en Estadística?	2.62	3.35	3.22	2.56	3.29	-	2.42	3.35	-
VALOR MEDIO (TODOS ENUNCIADOS)	2.8	3.3	3.1	2.8	3.3		2.7	3.4	-

Nota: La estimación de la media se hizo considerando la codificación (0-4) de la escala de Likert utilizada para caracterizar las opiniones a los enunciados, donde el 0=pésimo/a; 1=mal/a; 2=regular; 3=bueno/a; 4=excelente.

Para la lección de hipótesis, nuevamente el grupo I tuvo el menor valor medio (para todos los enunciados) con 2.8 mientras que el grupo II alcanzó el valor máximo con 3.3. El grupo III no utilizó esta lección, ya que su temario no la incluía. De manera particular, llama la atención el enunciado 7.8 *¿Cómo estimas que fue la innovación tecnológica utilizada en cada lección?* que alcanzó los valores medios máximos (3.19 y 3.59) para los grupos I y II, respectivamente. Los valores mínimos (2.39 y 3.06) en ambos grupos, le correspondió al enunciado 7.3 *¿Cómo estimas que fue el interés que despertó en ti cada lección?*

Con relación a los contrastes Z y t-student, en la misma Tabla 4.24, persiste la tendencia a que el grupo I tenga la menor evaluación media (para todos los enunciados) y el grupo II la máxima.

De manera específica, en el grupo I, la menor evaluación le correspondió al enunciado 7.1 *¿Cómo estimas que fue la calidad del aprendizaje logrado con cada una de las lecciones de Estadística?* con 2.33; mientras que para el grupo II el valor mínimo de 3.06 le correspondió al enunciado 7.3 *¿Cómo estimas que fue el interés que despertó en ti cada lección?* Por su parte, el valor máximo de 3.25 en el grupo I, le correspondió al enunciado 7.10 *¿Cómo estimas que fue el tiempo de respuesta del instructor para aclarar tus dudas?*, mientras que en el grupo II, el valor máximo de 3.59 fue para el enunciado 7.8 *¿Cómo estimas que fue la innovación tecnológica utilizada en cada lección?* La Figura 4.8 da cuenta de las tendencias grupales en los aspectos tecnopedagógicos.

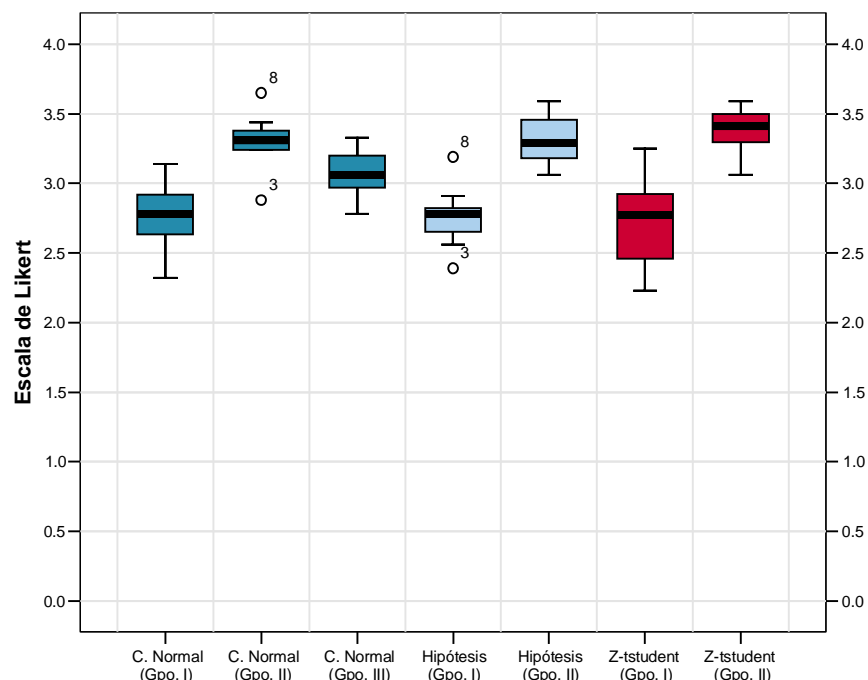


Figura 4.8. Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con el enfoque tecno-pedagógico de cada una de las lecciones, según los grupos.

El grupo II que solo utilizó la lección de la curva normal, muestra una media de todos los enunciados de 3.1 ubicándose en una posición intermedia entre los grupos I y II (ver Figura 4.8).

4.3.4. Estrategias constructivistas

Con relación a las tres estrategias constructivistas consideradas, la estrategia preferida por los alumnos fue la resolución de problemas con 83.3%, mientras que la estrategia con menor

preferencia fue la comunicación, que alcanzó un 76.5% (ver Tabla 4.25). En lo general, las estrategias fueron bien evaluadas, con un porcentaje cercano al 80%, lo que sugiere la importancia que los alumnos les dieron.

Tabla 4.25. Descriptivos básicos (Media, Desviación estándar) e Importancia Relativa (I.R.) obtenidos de la opinión de los alumnos a los enunciados relacionados con las estrategias utilizadas en las lecciones.

« ENFOQUE TECNO-PEDAGOGICO »	CURVA NORMAL		
	Media*	D.E.	I.R.**
¿En que medida consideras que fue adecuada la estrategia de INTERACCION para favorecer la comprensión de los contenidos de la lección?	3.17	0.79	79.3
¿En que medida consideras que fue adecuada la estrategia de COMUNICACION, para favorecer la comprensión de la lección?	3.06	1.06	76.5
¿En que medida consideras que fue adecuada la estrategia de RESOLUCION DE PROBLEMAS para comprender los temas de la lección?	3.33	0.69	83.3

* La estimación de la media se hizo considerando la codificación (0-4) de la escala de Likert utilizada para caracterizar las opiniones a los enunciados, donde el 0=pésimo/a; 1=mal/a; 2=regular; 3=bueno/a; 4=excelente.

** La Importancia Relativa corresponde a la equivalencia porcentual de la media.

Para la estrategia de **resolución de problemas**, los docentes comentaron que además de adecuada y útil, fue interesante el uso de ésta estrategia. La sugerencia que expresaron fue que se cuidara que cada problema fuera dirigido al área o a la licenciatura objeto del curso. Un hecho que destacaron fue que al alumno le gustaba que en ese momento le dijera si estaba bien o mal, como una especie de autoevaluación.

La **interacción** fue vista como una estrategia adecuada, desde la perspectiva de los docentes y fundamental para que el alumno no permanezca de forma estática. Además, se pudo observar que detrás del monitor los alumnos no son tan tímidos y se propicia un mayor número de preguntas o comentarios sobre el tema que se esté revisando en clases. Por otro lado, la vía de la interacción le da al alumno acceso a mayor cantidad de información y se propicia abordar un tema con mayor profundidad.

Con relación a la estrategia de **comunicación**, ésta fue la que menor porcentaje de importancia relativa obtuvo (76.5%); sin embargo, no se puede considerar un porcentaje bajo. Los docentes comentaron que dicha estrategia fue la que más les gusto a los alumnos, ya que mediante el *chat* y los foros se estableció un ambiente de confianza y de mayor libertad para expresar comentarios e intercambios de puntos de vista.

A la pregunta hecha a los alumnos de: *¿Cuál estrategia consideran más adecuada para la enseñanza de Estadística?*, el 40% señaló que las tres estrategias son fundamentales para el aprendizaje y que resulta difícil separarlas. El 60% restante se distribuyó así, el 36% para la resolución de problemas, el 18% para la interacción y el 6% para la comunicación.

De manera general, los docentes comentaron que el uso de las lecciones de Estadística contribuyó a mejorar su enseñanza, ya que los alumnos adquieren otra visión y solicitan que la unidad se vea con mayor detalle. Por medio de las lecciones, los alumnos se dan cuenta que hay muchos apoyos y muchas maneras de aplicar la Estadística. Así, los docentes puntualizaron los beneficios de crear un ambiente de ayuda para su enseñanza. Un comentario que llamó la atención fue *"...en una semana revise un tema que normalmente requería de 2 semanas"*.

A manera de síntesis, se puede mencionar que las lecciones tuvieron un efecto favorable sobre el aprendizaje de los alumnos. Evidencia de ello lo representaron las 6 de 7 comparaciones de su desempeño académico, donde el subgrupo con mayor actividad en el web tuvo una media mayor en su calificación. La percepción general que los alumnos tienen sobre su aprendizaje prácticamente permanece sin cambios. Llama la atención la mejor percepción que tienen los alumnos del grupo II. El único enunciado que mostró una diferencia significativa fue el 4.4 *El instructor debe ser la principal vía para resolver mis dudas*, lo cual sugiere una menor dependencia del docente para aclarar las dudas.

En lo general, las lecciones tuvieron una buena aceptación entre docentes y alumnos. Los alumnos del grupo II evaluaron a las lecciones mejor que sus compañeros del grupo I. Los enunciados mejor evaluados refieren a la innovación tecnológica, al tiempo de respuesta para aclarar dudas y lo adecuado de las herramientas incluidas. Con relación a las estrategias utilizadas, las tres fueron consideradas importantes y de alguna manera, difícil de separar. Los alumnos consideraron que la interacción, la comunicación y la resolución de problemas se complementan. Sin embargo, señalaron una preferencia por la resolución de problemas como estrategia para aprender Estadística.

4.4. Diseño y aspectos técnicos de las lecciones

En esta sección se incluyen tres tópicos: el primero describe los resultados relacionados con el diseño de las lecciones. El segundo, concentra la información de los aspectos técnicos y problemas encontrados en las lecciones. La tercera parte de esta sección, describe los comentarios generales de docentes y alumnos acerca de la experiencia educativa.

4.4.1. Diseño de las lecciones

Con relación al diseño de las lecciones, la Tabla 4.26 muestra la opinión de los alumnos hacia cada enunciado según la lección y el grupo. De manera general, la apreciación de los alumnos se considera buena, ya que la mayoría de sus estimaciones ocurrió entre 2.6 y 3.7 en una escala de (0-4). Es de notar el enunciado 8.6 *¿En qué medida, consideras que fue adecuada la inserción de medios en cada lección?* que obtuvo los valores máximos en casi todos los grupos y para todas las lecciones, la excepción fue el grupo III con el tema de la curva normal cuyo valor medio máximo (3.11) le correspondió al enunciado 8.3 *¿Cómo estimas que fue la funcionalidad de cada lección?* Lo anterior denota la calidad de las lecciones en cuanto al uso de medios y a la funcionalidad de las lecciones.

Por su parte, el valor mínimo tuvo opiniones divididas. Para la lección de la curva normal, el grupo I le dió un valor medio mínimo de 2.59 al enunciado 8.2 *¿En qué medida, te agradó utilizar cada lección?*; el grupo II estimó en 3.12 su opinión media mínima hacia el enunciado 8.3 *¿Cómo estimas que fue la funcionalidad de cada lección?*, mientras que el grupo III estimó en 2.88 para el enunciado 8.1 *¿Cuál es tu apreciación general sobre el diseño utilizado en las lecciones de Estadística?* Como pudo observarse, no hubo un acuerdo en cuanto a la estimación mínima para los enunciados. Para el caso de la lección de hipótesis, el valor medio mínimo de 2.72 calculado para el grupo I le correspondió al enunciado 8.3 *¿Cómo estimas que fue la funcionalidad de cada lección?* mientras que el valor mínimo de 3.06 del grupo II le correspondió al enunciado 8.2 *¿En qué medida, te agradó utilizar cada lección?* Finalmente, para la lección de los contrastes Z y t-student los mínimos de los grupos I y II (2.64 y 3.12 respectivamente) les correspondieron a los enunciados 8.1 *¿Cuál es tu apreciación general sobre el diseño utilizado en las lecciones de Estadística?* y 8.2 *¿En qué medida, te agradó utilizar cada lección?* Mayor información estadística

sobre los aspectos técnicos de las lecciones se presenta en las Tablas A.4.26a, A.4.26b y A.4.26c del Anexo G.

Tabla 4.26. Valores medios obtenidos de la opinión de los alumnos participantes acerca de los enunciados que abordan los aspectos técnicos de las lecciones.

« DISEÑO DE LAS LECCIONES »	CURVA NORMAL			HIPOTESIS			Z y t-student		
	Gpo. 1	Gpo. 2	Gpo. 3	Gpo. 1	Gpo. 2	Gpo. 3	Gpo. 1	Gpo. 2	Gpo. 3
8.1 ¿Cuál es tu <i>apreciación general</i> sobre el diseño utilizado en las lecciones de Estadística?	2.75	3.41	2.88	2.66	3.18	-	2.64	3.35	-
8.2 ¿En qué medida, te <i>agradó</i> utilizar cada lección?	2.59	3.18	3.11	2.56	3.06	-	2.82	3.12	-
8.3 ¿Cómo estimas que fue la <i>funcionalidad</i> de cada lección?	2.84	3.12	3.11	2.72	3.29	-	2.55	3.24	-
8.4 ¿Cómo consideras que fue la <i>organización</i> de las lecciones de Estadística?	2.92	3.47	2.94	2.86	3.35	-	2.73	3.47	-
8.5 ¿En qué medida, consideras que fue <i>eficiente la forma de utilización</i> de los módulos o secciones de cada lección?	3.03	3.24	2.83	2.92	3.29	-	3.27	3.18	-
8.6 ¿En qué medida consideras que fue adecuada la <i>inserción de medios</i> (gráficas, animaciones, sonido, etc.) en cada lección?	3.30	3.65	3.06	3.17	3.59	-	3.55	3.65	-
8.7 ¿Cómo estimas que fue la <i>claridad en el planteamiento</i> de los problemas que se mostraron al inicio de cada lección?	2.83	3.35	3.06	2.83	3.41	-	2.92	3.41	-
8.8 ¿Cuál es tu apreciación general sobre el <i>nivel de ayuda</i> que se te brindó en cada una de las lecciones?	3.03	3.53	3.06	2.86	3.47	-	2.83	3.29	-
VALOR MEDIO (TODOS LOS ENUNCIADOS)	2.9	3.4	3.0	2.8	3.3	-	2.9	3.3	-

Nota: La escala utilizada estuvo en el rango 0-4; donde 0= Pésimo/a; 1=Mal; 2= Regular; 3=Bueno/a; 4= Excelente

La Figura 4.9 muestra la tendencia grupal de la apreciación de los alumnos acerca de los enunciados que tratan del diseño utilizado en las lecciones. Llamaron la atención los alumnos del grupo I, quienes opinaron menos favorablemente en todas las lecciones, a dichos enunciados con relación a las opiniones de los alumnos del grupo II.

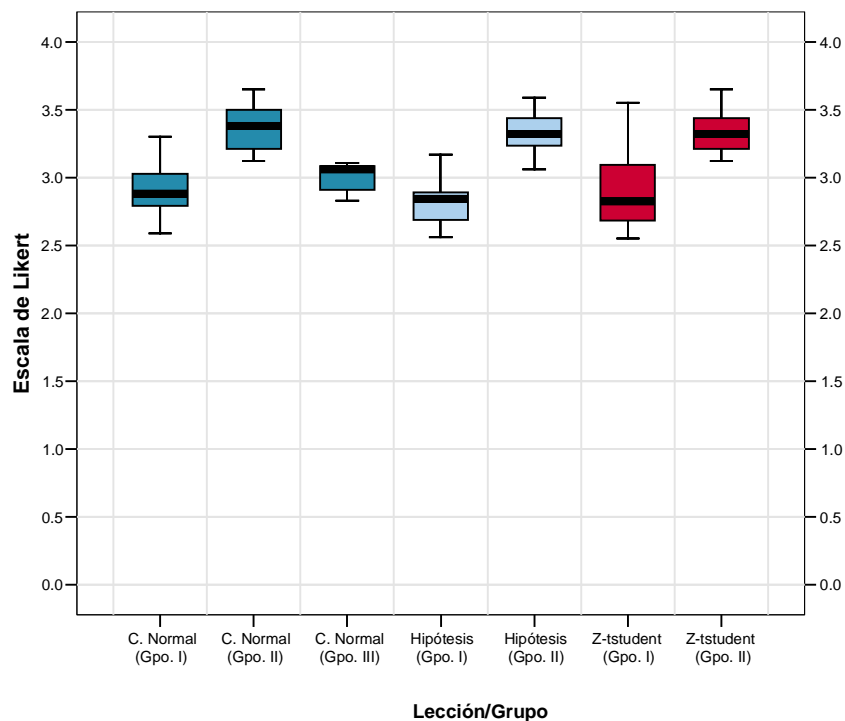


Figura 4.9. Valores de mediana y Rango Inter Cuartil (RIC) obtenidos de la opinión de los participantes acerca de los enunciados relacionados con el diseño utilizado en las lecciones, según los grupos.

Por su parte, los docentes manifestaron su agrado hacia el diseño utilizado y comentaron que les pareció bueno, adecuado, claro, amigable, objetivo y rápido. También señalaron que les permitió una interacción fácil y que los contenidos incluidos en las lecciones coincidieron con lo visto en clase. Las lecciones fueron vistas como un apoyo importante para la enseñanza de Estadística y un buen reforzador para los alumnos. Evidencias de que las lecciones facilitaron el aprendizaje de Estadística pueden derivarse de comentarios como el siguiente: "... *lo que noté al siguiente día que los alumnos entraron a la página, que inmediatamente entendieron lo que era la distribución normal*". Si bien, la mayoría de los comentarios fueron favorables, también hubo algunos que expresaban cierta cautela con el uso de la tecnología o que manifestaban lo extenso del contenido de las lecciones con relación a lo que se ve en clase.

Las opiniones de los alumnos recabadas en los grupos de discusión también muestran el agrado hacia el diseño utilizado en las lecciones. De los adjetivos expresados destacan: "... *bien diseñado, organizado, adecuado, correcto, entendible, concreto, sencillo, formato lógico, accesible, evidente, claro, innovador, fácil y funcional*". También expresaron comentarios favorables a los enlaces e

información contenida en las lecciones y del apoyo que se tuvo para aclarar las dudas, mediante el uso de los foros y la consulta a los casos resueltos. Destacaron la atención rápida a las sugerencias de los alumnos y el seguimiento puntual de la actividad realizada por ellos. Se presentaron un par de comentarios de los alumnos relacionados con: "...*me hubiera gustado más dinámico*" o "... *el diseño me pareció regular, creo que le falta más animación*".

4.4.2. Aspectos técnicos

Las opiniones de los alumnos acerca de los enunciados que tratan aspectos técnicos de las lecciones se muestran en la Tabla 4.27. Los alumnos de los tres grupos consideraron adecuada (-3.0) la forma de acceder a las lecciones, el nivel de ayuda proporcionado, el tipo de letra utilizado y el nivel de apoyo técnico que se tuvo. El enunciado 9.3 *¿Tuviste problemas técnicos durante la consulta a las lecciones?* obtuvo valores mínimos de 0.84, 0.29 y 0.83, para los grupos I, II y III respectivamente. Esto nos sugiere un puntaje mínimo en ocurrencia de problemas técnicos. Una tendencia parecida se presentó con el enunciado 9.5 *¿Tuviste problemas de compatibilidad con el navegador?*, que tuvo valores medios de 0.68, 0.18 y 0.50 para los grupos I, II y III respectivamente. De manera similar el enunciado 9.6 *¿Consideras que el uso de multimedia, te ocasionó problemas para acceder a las lecciones?* alcanzó valores de 0.70, 0.41 y 0.28 para cada uno de los grupos ya citados. Mayor información estadística se muestra en las Tablas A.4.27a, A.4.27b y A.4.27c del Anexo G.

Tabla 4.27. Valores medios obtenidos a partir de la opinión de los participantes de cada uno de los grupos, acerca de los enunciados relacionados con los aspectos técnicos de las lecciones.

« ASPECTOS TECNICOS »	Valores medios		
	Gpo.1	Gpo.2	Gpo.3
9.1 ¿Consideras que fue adecuada la <i>forma de acceder</i> al sistema web de las lecciones de Estadística?	2.95	3.65	3.50
9.2 ¿Consideras adecuado el <i>nivel de ayuda</i> que se te proporcionó?	3.27	3.53	3.33
9.3 ¿Tuviste <i>problemas técnicos</i> durante la consulta a las lecciones?	0.84	0.29	0.83
9.4 ¿Estimas que fue adecuado el tipo de letra que se utilizó en las lecciones?	3.38	3.71	3.33
9.5 ¿Tuviste problemas de compatibilidad con el navegador?	0.68	0.18	0.50
9.6 ¿Consideras que el uso de multimedia te ocasionó problemas para acceder a las lecciones?	0.70	0.41	0.28
9.7 ¿Tuviste apoyo, de personal técnico responsable de las lecciones, cuando se te presentó algún tipo de problema?	2.57	2.29	1.50

* La estimación de la media se hizo considerando la codificación (0-4) de la escala de Likert utilizada para caracterizar las opiniones a los enunciados, donde el 0= Nunca; 1=A veces; 2= Regularmente; 3=Casi siempre; 4= Siempre.

Las tendencias antes descritas, pueden apreciarse en la Figura 4.10. Para cada enunciado, se presenta la opinión de los alumnos según su grupo de adscripción.

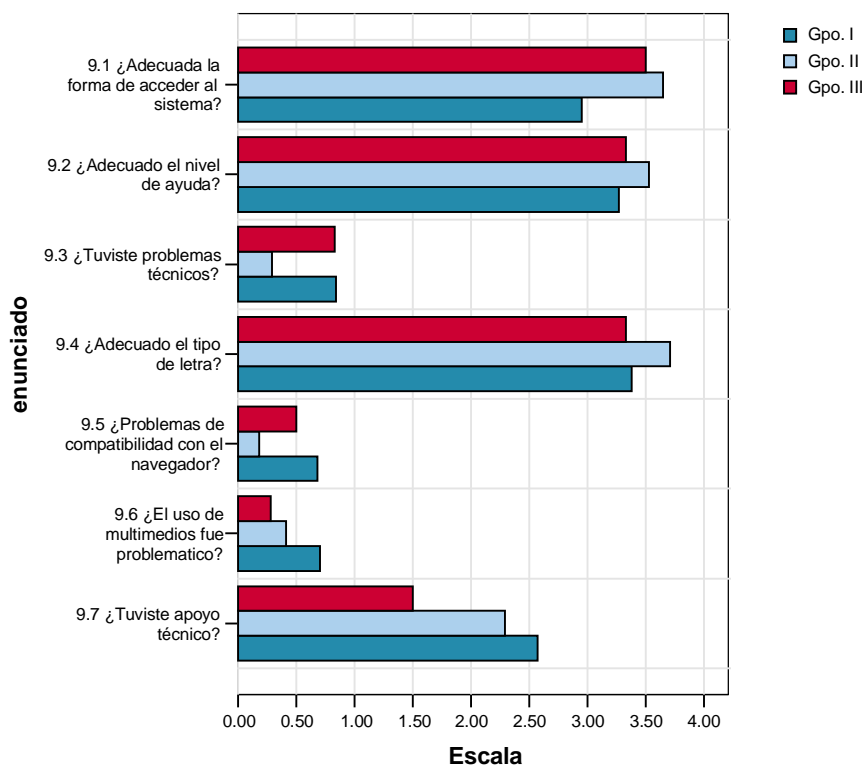


Figura 4.10. Opinión de los participantes de cada uno de los grupos, acerca de los enunciados relacionados con los aspectos técnicos de las lecciones.

La opinión de los docentes acerca de los aspectos técnicos de las lecciones fue favorable. No manifestaron haber tenido problemas, ni supieron de problemas que tuvieran los alumnos. Con la excepción de un comentario acerca de la poca familiaridad para navegar por Internet de un par de alumnas 'mayores'.

Por su parte, los alumnos tuvieron una opinión dividida. Por un lado, hubo quienes expresaron que no tuvieron ningún problema, que su ingreso a las lecciones fue normal y que estuvo rápido el acceso a la página. Por otro lado, hubo quienes expresaron comentarios tales como "... *no tenía tiempo necesario para ingresar*", "... *tuve problemas al enviar la tarea*", "... *tuve problemas para ingresar con el usuario*", "... *el tamaño de la letra no fue adecuado en unas secciones*" y "... *mi problema fue entender los términos utilizados*".

4.4.3. Comentarios finales acerca del diseño y aspectos técnicos de las lecciones

Los resultados obtenidos con los docentes muestran la aceptación de las lecciones de Estadística. Algunos comentarios en este sentido fueron "... *ojalá se siga haciendo para que se refuerce el aprendizaje de los alumnos*", "... *ver la posibilidad de que la herramienta quede disponible para futuros semestres y también en otras materias, como una herramienta de apoyo*". Otros comentarios mostraron un cierto escepticismo, un ejemplo es "... *los alumnos no están acostumbrados a tomar clases vía Internet, están acostumbrados a jugar con la computadora, pero no a tomar clases*".

Por su parte, los alumnos comentaron que el curso de Estadística estuvo muy completo debido a las lecciones en línea que se incorporaron. Le pronosticaron gran futuro a su aplicación. También expresaron que les gustaría que se continúen aplicando las lecciones y que para el caso de otras materias se implemente algo similar. Algunos comentarios sugirieron que se implementen las lecciones como un taller, con capacitación dentro del campus en horarios de clase. Otros alumnos expresaban que es una buena forma de enseñar y de que cada alumno vaya mejor preparado a clases. Las principales sugerencias se dirigieron a comentar que faltó un poco de motivación por parte del maestro y que se debieron haber incluido más gráficos interactivos y ejemplos.

A manera de síntesis se puede mencionar que los alumnos consideraron bueno el diseño utilizado, señalando adjetivos como eficiente, bien organizado, adecuado uso de medios y buen nivel de ayuda. Llama la atención la menor evaluación que dieron los alumnos del grupo I comparado con sus compañeros de los grupos II y III en todos los enunciados de este apartado.

Con relación a los problemas, no se tuvieron dificultades mayores. Algunos usuarios mencionaron problemas con la clave de acceso o con el envío de tareas. Los comentarios finales de docentes y alumnos fueron para sugerir que se continúe la aplicación de las lecciones y que se promueva este tipo de aplicaciones en otras materias.

A manera de balance general de los resultados presentados en el presente capítulo, se hacen las siguientes puntualizaciones.

- Con relación a las *características de los participantes*, su edad típica fue de 22 años, y fue el grupo II el que tuvo una mayor edad media (24 años). Con relación al género, la proporción hombres/mujeres se acercó al equilibrio en el grupo II; en el grupo I se tuvo un porcentaje mayor (68%) de mujeres, mientras que en el grupo III el porcentaje mayor le correspondió a los hombres (72%). Respecto a la actividad laboral, el 80% de los alumnos de los grupos II y III tuvieron algún tipo de trabajo, mientras que para el grupo I solo el 38% de los alumnos laboraba. El promedio en bachillerato y UABC fue menor en el grupo II comparado con los grupos I y III (8.23 vs. 8.30 y 8.55) respectivamente. Llama la atención el elevado porcentaje (85%) de los alumnos que tienen computadora en su casa.
- Respecto a la *tecnología*, el mayor porcentaje de los alumnos (60%-70%) se ubicó en un nivel medio de conocimiento tecnológico, con una tendencia moderada del grupo III a un nivel avanzado de conocimiento, quizá por la naturaleza de su carrera (Licenciatura en Informática). Con relación a la postura de los alumnos acerca de la tecnología en educación, el 55% de los alumnos del grupo I consideró que la tecnología es fundamental para lograr un aprendizaje, mientras que para el grupo II dicho porcentaje alcanzó la cifra de 82% y 65% para el grupo III. Así, el grupo I prefiere un uso moderado de la tecnología en los cursos, mientras que los grupos II y III le apuestan a un uso de moderado a amplio.

Por su parte, los docentes mostraron, con cierta cautela, interés hacia el uso de la tecnología en educación. Con relación a la *actitud hacia la Estadística*, los alumnos del grupo I mostraron una actitud moderadamente desfavorable, a diferencia de los alumnos de los grupos II y III quienes mostraron una actitud positiva. Por su parte, los tres docentes participantes también mostraron una actitud positiva hacia dicha ciencia.

- Para los *aspectos pedagógicos*, se puede mencionar que las lecciones tuvieron un efecto favorable sobre el aprendizaje de los alumnos. Evidencia de ello lo representaron las 6 de 7 comparaciones de su desempeño académico, donde el subgrupo con mayor actividad en el web tuvo una media mayor en su calificación. La percepción general que los alumnos tienen sobre su aprendizaje prácticamente permanece sin cambios. Llama la atención la mejor percepción que tienen los alumnos del grupo II. El único enunciado que mostró una diferencia significativa fue el 4.4 *El instructor debe ser la principal vía para resolver mis dudas*, lo cual sugiere una menor dependencia del docente para aclarar las dudas.
- En lo general, las *lecciones* fueron bien evaluadas. Los alumnos del grupo II evaluaron a las lecciones mejor que sus compañeros del grupo I. Los enunciados mejor evaluados refieren a la innovación tecnológica, al tiempo de respuesta para aclarar dudas y lo adecuado de las herramientas incluidas. Con relación a las estrategias utilizadas, las tres fueron consideradas importantes y de alguna manera, difícil de separar. Los alumnos consideraron que la interacción, la comunicación y la resolución de problemas se complementan. Sin embargo, señalaron una preferencia por la resolución de problemas como estrategia para aprender Estadística.
- Con relación al *diseño* de las lecciones, los alumnos opinaron que el diseño utilizado fue bueno, señalando adjetivos como eficiente, bien organizado, adecuado uso de medios y buen nivel de ayuda. Llama la atención la menor evaluación que dieron los alumnos del grupo I comparado con sus compañeros de los grupos II y III en todos los enunciados de este apartado. Respecto a los problemas que se presentaron, se tuvo un buen balance. Algunos usuarios mencionaron problemas con la clave de acceso o con el envío de

tareas. Los comentarios finales de docentes y alumnos fueron para sugerir que se continúe la aplicación de las lecciones y que se promueva este tipo de aplicaciones en otras materias.

5. DISCUSION

El presente capítulo se organiza en cinco grandes secciones. Se inicia con una **Interpretación de los resultados**, donde se analizan los resultados encontrados a la luz de la literatura revisada; se continúa con las **Conclusiones**, donde se muestran las preguntas de investigación y se les da respuesta. En la parte final de las conclusiones se incluye un balance final donde se presentan algunas reflexiones en torno al cumplimiento de los objetivos propuestos. En una tercera sección, se describen las **Limitaciones** del presente trabajo de investigación. Se prosigue con la presentación de una serie de **Recomendaciones**, en torno a la incorporación de estrategias constructivistas y al uso de objetos de aprendizaje así como a su aplicación en ambientes universitarios. Finalmente, se presenta un **Epílogo**, espacio para la recapitulación en torno a los principales hallazgos que se derivaron del presente trabajo de investigación.

5.1. Interpretación de los resultados

En este primer apartado de la discusión, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos, en una secuencia similar a como se organizó la información del capítulo de resultados. Se inicia con una reflexión acerca de las **características generales** más relevantes de cada uno de los grupos de alumnos. Se continúa con la interpretación de la información asociada con la **actitud hacia la Estadística** mostrada por los participantes de cada grupo y sus opiniones hacia el **uso de la tecnología en educación**. En esta secuencia, la siguiente interpretación de resultados tiene que ver con los **aspectos pedagógicos de las lecciones de Estadística**. La última sección de la interpretación de los resultados se relaciona con el **diseño y aspectos técnicos de las lecciones**.

Con el propósito de facilitar la interpretación de los resultados, a continuación se señalan las **características generales** más relevantes de cada uno de los grupos. Del total de alumnos participantes (92) de los tres grupos, solo se logró obtener la información correspondiente a 72 alumnos. La causa principal fue la inasistencia en el día de la aplicación de la encuesta inicial, o de la encuesta final, o inclusive de ambas. En algunos casos, la información proporcionada

contenía errores (ilegibilidad; datos incoherentes, entre otros) o simplemente los encuestados no proporcionaban información. Respecto a la edad de los participantes, su media fue de 22 años, considerada una edad típica para el semestre que cursaban. A manera de síntesis, la Tabla 5.1 presenta las características más relevantes de cada uno de los grupos que participaron en la investigación.

Tabla 5.1. Características más relevantes de cada uno de los grupos participantes.

Grupo	Características
I	<ul style="list-style-type: none"> - Grupo más numeroso con 37 participantes - Adscritos a la carrera de Licenciatura en Administración de Empresas - Constituido predominantemente por mujeres (68%) - Tuvo la edad media menor (21.4 años) de los tres grupos - La mayoría (62%) no labora - El 92% son solteros - La escolaridad universitaria del padre alcanza un 33% y de la madre un 11% - El desempeño medio en bachillerato (8.3) se ubica en posición intermedia entre los tres gpos. - Mejor desempeño en universidad (8.8) de los tres grupos - El 86% tiene PC.
II	<ul style="list-style-type: none"> - Grupo más pequeño con 17 participantes - Adscritos a la carrera de Licenciatura en Administración de Empresas - Equilibrio de género (hombres/mujeres) - Tuvo la edad media mayor (23.8 años) de los tres grupos - La mayoría (82%) labora - El 82% son solteros (18% casados; la tasa más alta) - La escolaridad universitaria del padre alcanza un 18% y de la madre un 12% - Presenta el menor valor medio de desempeño en bachillerato (8.2) de los tres grupos - Menor desempeño en universidad (8.3) de los tres grupos (diferencia significativa con G-I) - El 82% tiene PC (mínimo entre los tres grupos).
III	<ul style="list-style-type: none"> - Grupo con 18 participantes - Adscritos a la carrera de Licenciatura en Informática - Constituido predominantemente por hombres (72%) - Tuvo una edad media (21.7 años) similar a la del grupo I - La mayoría (83%) labora - El 100% son solteros - La escolaridad universitaria del padre alcanza un 28% y de la madre un 22% - Presenta el mayor valor medio de desempeño en bachillerato (8.6) de los tres grupos - Desempeño en universidad, casi similar al grupo I con (8.7) - El 94% tiene PC (valor máximo entre los tres grupos).

Llamó la atención el grupo II por tener un alto porcentaje de casados (18%), donde la mayoría de los alumnos (83%) tenía actividad laboral parcial o total. Por su parte, el grupo I se distinguió por tener un alto porcentaje de mujeres (68%); predominaba la soltería (92%) y un alto porcentaje de alumnos no laboraba (62%). De manera general, el desempeño académico en bachillerato y universidad de las mujeres fue mayor al logrado por los estudiantes varones.

Al realizar el análisis de correlación entre las distintas variables consideradas, los mayores valores del coeficiente de correlación fueron para *Escolaridad Padre – Escolaridad Madre* (0.68), lo que implica que usualmente un padre con escolaridad alta tiene por compañera a alguien con un buen nivel escolar. La correlación entre las variables *Estado civil – Edad* (0.63) muestra la posible relación entre edad y estado civil (a mayor edad, mayor porcentaje de casados). Finalmente la correlación negativa entre *Estado civil – promedio de bachillerato* (-0.24) muestra el eventual efecto negativo en el desempeño académico del alumno casado, en gran medida por las responsabilidades que se derivan de su compromiso de pareja.

Con relación a la **actitud hacia la Estadística**, de manera general los alumnos de los tres grupos mostraron una actitud moderadamente buena, según los valores medios obtenidos entre 2.5 y 3.0 (escala 0-4) para todos los enunciados relacionados a dicho constructo. Sin embargo, cada grupo tuvo sus particularidades. Llama la atención el grupo I que tuvo una pérdida media de 4.9% en las diferencias posttest-pretest considerando todos los enunciados relacionados con la actitud hacia la Estadística. Las mayores pérdidas en la evaluación que dieron los alumnos a dichos enunciados, tuvieron que ver con la modalidad vía Internet para el curso de Estadística. En gran medida, como señalan Van Zele *et al.* (2003), por la responsabilidad que implica dicha modalidad, por la sobrecarga académica que se genera y por el mayor consumo de tiempo requerido frente a la computadora. Esta explicación se deriva de la información obtenida mediante la encuesta de opinión y de los grupos de discusión. Al respecto, Batanero (2004) sugiere identificar previamente las dificultades que tienen los alumnos ante el uso de las tecnologías de la información para así brindarles una adecuada capacitación que les permita incursionar exitosamente en la práctica estadística actual.

El grupo II mostró el menor valor medio en el pretest para los enunciados relacionados con la actitud hacia la Estadística de los tres grupos. No obstante lo anterior, durante el postest, el grupo II logra la mayor ganancia (postest-pretest) porcentual media (+8.4%) entre los tres grupos para dichos enunciados. Una posible explicación tiene que ver con la madurez (mayor edad) de los alumnos de dicho grupo, además de que un alto porcentaje (82%) labora. Precisamente, fueron los estudiantes que laboran quienes encontraron atractiva la modalidad de apoyo vía Internet para el curso de Estadística, ya que pudieron recurrir a ella a cualquier hora del día. Esto coincide con lo señalado por Simonson *et al.* (2003) en el sentido de que la modalidad a distancia puede ser un vehículo de apoyo para aquellas personas con problemas de horario.

Respecto al grupo III, este presentó la mejor actitud media (cercana a 3.0) hacia la Estadística entre los tres grupos. La diferencia porcentual media de los enunciados entre el postest y pretest permaneció prácticamente sin cambio. Una característica distintiva del grupo III tiene que ver con la carrera de Licenciatura en Informática que cursan los alumnos, lo cual supone un interés hacia la modalidad vía Internet como medio para disponer de apoyos en la materia y hacia el uso de recursos tecnológicos en lo general.

Para responder a la pregunta *¿Una mejor actitud hacia la Estadística propicia un mejor desempeño en el alumno?*, se escogieron 7 enunciados de la encuesta de actitud relacionados con el agrado hacia la Estadística y se sumaron los puntajes correspondientes. Posteriormente, se seleccionó al 25% de los alumnos que mejor puntaje obtuvieron en la suma de dichos siete enunciados y también al 25% con peor puntaje. Un hallazgo interesante en el pretest fue la mejor media de calificaciones para quienes tuvieron una actitud favorable a la Estadística. Esta tendencia no significativa, sugiere que una actitud favorable, aporta un elemento de motivación al alumno, fundamental para un mejor logro de su aprendizaje. En este sentido, como señala Batanero (2001), es el interés del educando un componente fundamental en el logro de su aprendizaje. Por su parte, tanto docentes como alumnos coincidieron en señalar, mediante las entrevistas y grupos de discusión respectivamente, que las lecciones de Estadística en línea fueron una forma diferente de aprender, innovadora y dinámica, y que además motivaba al alumno al estudio de Estadística. Para el postest, el desempeño en Estadística de los alumnos que mejor

y peor opinaron fue prácticamente equivalente, en gran medida, por el propio proceso de maduración del alumno ante el uso continuo de la herramienta (Mertens, 1998).

Con relación a la opinión de los participantes acerca del **uso de la tecnología en educación**, la mayoría de los alumnos de los tres grupos se autodefinieron en un nivel medio de conocimiento tecnológico. En dicho nivel medio, se ubicó el 61% de los alumnos (tres grupos) en el pretest y 68% en el postest. Por su parte, en el nivel básico se tuvo un decremento del 8% en cuanto a la opinión de los alumnos acerca de su definición ante la tecnología. Esto sugiere que la experiencia de las lecciones de Estadística, por sí mismas, son consideradas un aprendizaje tecnológico. Esto coincide con lo señalado por Newby, *et al.* (2000) en el sentido de que una aplicación sistemática de conocimiento científico a tareas prácticas es una excelente forma de apropiación de la tecnología.

Resultados interesantes se obtuvieron con el enunciado acerca de si la tecnología es fundamental en el logro del aprendizaje del alumno. El grupo I obtuvo el más bajo acuerdo con este enunciado entre los tres grupos, con valores de ocurrencias de 54% y 60% para el pretest y postest respectivamente. Por otro lado, el enunciado que refiere al uso amplio de la tecnología en cursos logra el más bajo porcentaje de acuerdo. Estos valores identifican al grupo I con poco interés en cuestiones tecnológicas, donde el maestro sigue siendo la figura presencial para el cumplimiento de sus objetivos de aprendizaje. Por su parte, los alumnos del grupo II fueron quienes mayor acuerdo (82%) tuvieron con el enunciado inicial (la tecnología es fundamental en el logro del aprendizaje del alumno) y a la vez se mantuvieron en una posición intermedia entre los tres grupos con relación a un uso amplio de la tecnología en los cursos. Por la naturaleza de la carrera que cursan los alumnos del grupo III, todos los enunciados que refieren al uso de la tecnología en cursos o como elemento de apoyo lograron porcentajes de acuerdo alto. De manera general, tanto alumnos como docentes expresaron, a través del grupo de discusión y las entrevistas, una opinión favorable acerca del uso de la tecnología como herramienta de apoyo al proceso educativo. Sin embargo, además de señalar sus bondades, también expresaron cierta cautela debido a la dedicación y tiempo requeridos.

Para explorar si un nivel avanzado de conocimiento tecnológico puede influir en el desempeño en la materia de Estadística, se consideró la siguiente estrategia. Se agrupó al 25% de los alumnos que mejor se ubicaron en cuanto a su definición ante la tecnología y también al 25% que peor se ubicaron en el mismo rubro. Al calcular su media de calificaciones en la materia de Estadística, se encontró que quienes consideraron tener un nivel avanzado en tecnología fueron quienes lograron mejor calificación en dicha materia, diferencia que fue significativa en el posttest. Las actividades con la computadora más utilizadas fueron la búsqueda de información vía Internet y el correo electrónico. Los resultados encontrados aportan evidencia significativa de que, un conocimiento tecnológico adecuado le proporciona al estudiante herramientas de apoyo en la búsqueda de información, en facilitarle el acceso a recursos informáticos y en la posibilidad de establecer comunicación por vías electrónicas, elementos que parecen ser necesarios para el éxito académico del estudiante del nuevo milenio. Esto coincide con lo señalado por McMillan (2001) quien expresa que es posible mejorar el desempeño académico del alumno si se le enseña el uso de software estadístico, si dispone de sitios y recursos relevantes de Internet y si mantiene una comunicación efectiva con sus compañeros por vías electrónicas.

Uno de los apartados fundamentales de la presente tesis tiene que ver con los **aspectos pedagógicos** asociados a las lecciones de Estadística. Tras seguir la estrategia de dividir a cada grupo en dos subgrupos en función del nivel (mayor/menor) de actividad realizado con las lecciones en línea, se encontró que en 6 de 7 comparaciones (Curva normal: 3 gpos; Hipótesis: 2 gpos; Contrastes Z/t: 2 gpos.) los subgrupos con mayor actividad en el sitio web de las lecciones tuvieron mejor media de calificaciones. Si bien, dichas diferencias no fueron significativas, si sugieren un valor agregado de las lecciones al aprendizaje de los alumnos. Es conveniente resaltar el hecho de que cada subgrupo generado fue diferente ya que la selección de los alumnos dependió exclusivamente de la actividad realizada; así, por ejemplo, el subgrupo de mayor actividad en el tema de la curva normal del grupo I, fue diferente al subgrupo de mayor actividad en el tema de hipótesis del mismo grupo I.

En la única comparación donde el subgrupo de menor actividad fue el que obtuvo una mayor media de calificaciones, le correspondió al grupo II con el tema de hipótesis. Una posible explicación a tal hecho puede deberse al tamaño pequeño de los subgrupos (12 y 11 alumnos), lo

que dificultó tener subgrupos homogéneos (diferencia significativa en varianzas). Llama la atención el contenido asociado a esta situación en particular, ya que en el tema de hipótesis, la actividad preponderante era establecer la comunicación por vías electrónicas entre alumnos y entre alumno(s)-maestro. Al respecto, Van Zele *et al.* (2003) señalaron comentarios interesantes en el sentido de que un tópico en el web puede resultar más complejo debido a los aspectos técnicos e información adicional que se requieren. Además, como puntualizan Simonson *et al.*, (2003), el contenido de un curso o de un módulo es una variable esencial a considerar en el diseño instruccional del curso mismo. Por otro lado, se destaca que fue precisamente en el grupo II, donde se tuvo el mayor porcentaje de estudiantes que laboran, lo cual supone una dificultad adicional para establecer comunicación síncrona con el resto de sus compañeros.

Con relación a los distintos enunciados de la encuesta de opinión relacionados con la percepción que tienen los alumnos sobre el aprendizaje, se obtuvieron resultados de opinión favorables. Los tres grupos se mostraron motivados con sus estudios universitarios y satisfechos con el nivel de calidad del aprendizaje logrado. Asimismo, se señala un nivel satisfactorio con la calidad de los materiales educativos recibidos. Un enunciado de la encuesta de opinión que llamó la atención corresponde a: 4.6 *Mi aprendizaje lo puedo lograr sin instructor*, el cual tuvo una disminución en el valor de acuerdo de los alumnos del grupo III en el postest. Esta disminución, es un reflejo del incremento de los niveles de autonomía del estudiante conforme se ve expuesto a las lecciones de Estadística. En el mismo sentido, el enunciado 4.4 *El instructor debe ser la principal vía para resolver mis dudas*, tuvo la mayor diferencia porcentual, en sentido negativo. Es decir, el valor medio global obtenido en el pretest fue mayor que en el postest, lo cual puede interpretarse como una disminución de la figura del instructor para resolver las dudas de los alumnos; en gran medida, porque los alumnos disponen de herramientas alternas de apoyo al aprendizaje, como lo fueron las lecciones de Estadística.

Un resultado que llamó la atención fue el alto nivel crítico de los alumnos del grupo III con relación a los aspectos de innovación tecnológica o en la estimación de la calidad de los materiales educativos en línea. En gran medida, esto se debe al mayor nivel de inmersión tecnológica que presumiblemente tienen, al estar adscritos a una carrera relacionada con la tecnología, como la Licenciatura en Informática.

Para los enunciados relacionados con los aspectos tecno-pedagógicos de las lecciones, la opinión de los alumnos se considera buena para todos los enunciados, ya que los valores fluctuaron alrededor de 3.0 (escala 0-4). La opinión más favorable fue para el enunciado 7.8 *¿Cómo estimas que fue la innovación tecnológica utilizada en cada lección?* el cual obtuvo valores superiores al 3.0 en todos los grupos y para todas las lecciones; mientras que el valor mínimo le correspondió al enunciado 7.3 *¿Cómo estimas que fue el interés que despertó en ti cada lección?* con valores entre 2.3 y 3.0. Estos resultados muestran la opinión favorable que tienen los alumnos ante la innovación tecnológica del proceso educativo; sin embargo, resultó difícil mantener un nivel alto del interés hacia las lecciones, en gran medida por el uso continuo de las mismas por parte de los alumnos y por la extensión de tiempo requerida para cubrir la temática, lo que presumiblemente, repercutió en una pérdida de la apreciación de los alumnos acerca del nivel de innovación tecnológica de las lecciones. De acuerdo con Mertens (1998), en los estudios experimentales y cuasiexperimentales se pueden presentar problemas de validez externa/interna debido a la exposición prolongada de un instrumento a los sujetos, situación que presumiblemente se presentó en este estudio al haber facilitado a los alumnos del acceso a las lecciones durante un semestre.

Respecto a las tres estrategias constructivistas utilizadas en las lecciones, estas fueron bien evaluadas, con aproximadamente 80%, en escala 0-100%. La estrategia preferida por los alumnos fue la resolución de problemas, mientras que la menos utilizada fue la comunicación. Por la naturaleza de la temática de las lecciones, la resolución de problemas fue considerada la estrategia más adecuada para apoyar la comprensión de Estadística, lo cual coincide con lo señalado por Batanero (2001), Godino (1996) y Davis (2004).

Con relación a qué estrategia se consideró más adecuada, un resultado interesante fue que el 40% de los alumnos señaló que las tres estrategias (interacción, resolución de problemas y comunicación) son adecuadas y que resulta difícil separarlas. Al respecto, los docentes coincidieron con los alumnos en que dichas estrategias se complementan y que son importantes para propiciar la comprensión de las temáticas de Estadística.

Con relación al **diseño y aspectos técnicos de las lecciones**, se tuvo una opinión muy favorable. Muestra de ello fue el alto puntaje (2.6-3.7) dado a los enunciados de la encuesta de opinión que trataron sobre aspectos del diseño de las lecciones, del agrado, funcionalidad, organización, inserción de medios y nivel de ayuda proporcionado, entre otros puntos. Al estimar la media de todos los enunciados del diseño, se encontró que las medias fluctuaron entre 2.8 y 3.4 lo que significa que los alumnos consideraron el diseño entre bueno y excelente, según la escala utilizada (0-4). Los valores medios de las tres lecciones fueron parecidos entre sí, lo que sugiere que, el diseño de las lecciones no se vio afectado por las diferencias de contenido de las mismas.

Para los aspectos técnicos de las lecciones, los alumnos y docentes evaluaron favorablemente mediante el grupo de discusión y entrevistas, la forma de acceder, el nivel de ayuda proporcionado, buen tamaño de letra, inserción de información multimedia, nivel de ayuda y el apoyo técnico. Los pocos problemas que mencionaron los alumnos fueron con la clave de acceso y con el envío de información que en ocasiones les marcaba *'timeout'*, notificación frecuente cuando se accede por vía modem y existe congestión de la red. Llama la atención la solicitud de alumnos y maestros para continuar usando las lecciones y para que se haga un trabajo similar en otros cursos.

5.1.1. Aportaciones

Una de las aportaciones de la presente investigación fue haber desarrollado materiales educativos para la enseñanza de Estadística con apoyo de recursos tecnológicos del web y el uso de estrategias basadas en el constructivismo, específicamente la interacción con objetos, la comunicación y la resolución de problemas. El desarrollo de las lecciones de Estadística requirió de un diseño instruccional que incorporó entidades independientes y completas, bajo un formato instruccional estándar y tamaño relativamente pequeño. Para ello, se consideraron características asociadas a los OA como la delimitación de contenido, análisis de profundidad, uso de meta-etiquetas, utilización de contexto mínimo, entre otros puntos.

Una consideración especial fue hecha con relación al contexto mínimo de los OA, para incrementar su posibilidad de reuso en otros cursos o en otros materiales educativos. De acuerdo con Parrish (2004), no hay conocimiento sin contexto; para ello, la solución que se dio a este señalamiento fue mediante el desarrollo de un ambiente pedagógico en línea asociado a las ciencias administrativas y sociales. Este ambiente permitió el desarrollo de las lecciones y la inserción de los OA. Llamó la atención la buena disposición para participar de los docentes de Estadística así como para compartir la información utilizada en su quehacer docente en dicha materia, en gran medida, por el buen ambiente de cooperación existente en la unidad académica y la información que tuvieron acerca de los fines de la presente investigación. Esta buena disposición mostrada por los docentes, no coincide con lo señalado en el estudio de Parrish (2004) con relación a que los docentes muestran poca disposición para compartir objetos educativos.

Una aportación interesante fue haber precisado una didáctica en Estadística que considerara el uso del recurso tecnológico que ofrece Internet y un diseño instruccional basado en estrategias constructivistas y OA. Articular estos elementos en una propuesta didáctica innovadora para Estadística implicó un análisis profundo de tales componentes para conformar un ambiente propicio para el aprendizaje de los alumnos. Autores como Batanero (2004) señalan la necesidad de renovar los métodos de enseñanza con énfasis en el manejo e interpretación de los datos y de asociar estrategias instruccionales para facilitar la enseñanza de la Estadística en función de las temáticas. Un señalamiento de dicha autora con relación a que el uso de las tecnologías de la información y comunicación ha acelerado el avance hacia un enfoque constructivista en la

enseñanza de la Estadística fue directriz en la definición de la estrategia instruccional considerada en esta investigación.

Una aportación que se derivó de la presente investigación fue haber explorado la utilización de herramientas para el seguimiento de la actividad en el web por parte del usuario (*tracking*) y su posible relación con variables tales como: el desempeño del alumno en la materia, promedio de calificaciones en la UABC, actitud hacia la Estadística, opinión acerca de la tecnología, entre otras. La herramienta de *tracking* se incluyó en el ambiente de gestión Moodle, y permitió identificar la actividad precisa de cada usuario con los OA en lo particular y con las lecciones en lo general. La principal información de seguimiento obtenida fue: nombre del usuario, fecha de acceso y salida, duración de sesión, módulos utilizados, cantidad de *hits*, análisis de reactivos, transacciones, etc. Con esta información, se obtuvo un indicador de actividad para cada usuario, el cual fue utilizado para la subdivisión en grupos de mayor o menor actividad y de esa forma, con el apoyo del paquete estadístico SPSS, se procedió a obtener la estadística descriptiva, el análisis de diferencias y de relación. Los resultados obtenidos con esta estrategia de seguimiento, mostraron un gran potencial de uso en aplicaciones educativas vía Internet al aportar evidencias para evaluar de mejor manera el desarrollo de la actividad de los participantes.

5.2. Conclusiones

En este segundo apartado se presentan las conclusiones, propiamente dichas de la presente investigación, organizadas en función de las respuestas dadas a las preguntas de investigación. Para ello, la información se presenta en cuatro niveles que son: **nivel general**, **nivel pedagógico**, **nivel de opiniones y actitudes de los participantes** y **nivel práctico**. En la última sección de este apartado se incluyó un **Balance final**, donde se presenta una reflexión acerca de las conclusiones obtenidas.

5.2.1. A nivel general

Una de las principales preguntas, que se pretendió dar respuesta en la presente investigación fue:

¿Cuál es el efecto de una innovación educativa (lecciones de Estadística en línea desarrolladas con base en el constructivismo y que usa OA) sobre el aprendizaje de los estudiantes participantes?

Con base en la información obtenida, se identificó una tendencia no significativa de que el uso de las lecciones de Estadística propició un efecto favorable sobre el aprendizaje de los alumnos. Evidencia de ello lo representaron las 6 de 7 comparaciones de su desempeño académico, donde el subgrupo con mayor actividad en las lecciones tuvo una media mayor en su calificación. Por otro lado, con base en la información obtenida (del cuestionario de opinión y grupo de discusión) de los alumnos, se puede afirmar que la calidad del aprendizaje logrado con el apoyo de las lecciones de Estadística fue buena, como lo demuestra el valor medio cercano a 3.0 (escala 0-4) del enunciado respectivo. Llama la atención que quienes consideraron tener un nivel avanzado en tecnología fueron quienes lograron mejor calificación en la materia, diferencia que fue significativa en el postest. Finalmente, se puntualiza que las lecciones de Estadística fueron vistas como una importante herramienta tecnológica de apoyo al aprendizaje, según lo expresado por la mayoría de los alumnos de los tres grupos y sus respectivos instructores.

5.2.2. A nivel pedagógico

¿Es posible mejorar la enseñanza de Estadística a partir de lecciones basadas en el constructivismo y OA?

La respuesta a esta pregunta, se presenta organizando la información desde la perspectiva de los usuarios (docentes y alumnos) de las lecciones de Estadística. Desde la opinión de los **docentes**, la Estadística es vista como una herramienta indispensable e importante en la mayoría de las profesiones, útil a todas las ciencias y que facilita la toma de decisiones. De manera general, los docentes comentaron que el uso de las lecciones de Estadística contribuyó a mejorar su enseñanza, ya que los alumnos adquieren otra visión y solicitan que la unidad temática se vea con mayor detalle o profundidad. Desde la perspectiva de los docentes, las lecciones utilizadas propiciaron que los alumnos se dieran cuenta que hay muchos apoyos tecnológicos y muchas maneras de aplicar la Estadística. Así, los docentes puntualizaron en la entrevista, los beneficios de disponer de un ambiente de ayuda para la enseñanza. Al respecto un comentario que llamó la atención fue el siguiente " *...en una semana revise un tema que normalmente requería de 2 semanas*". También señalaron que les permitió una interacción fácil y que los contenidos incluidos en las lecciones coincidieron con lo visto en clase.

Las lecciones fueron vistas por los docentes como un apoyo importante para la enseñanza de la Estadística y un buen reforzador para los alumnos. Evidencias de que las lecciones facilitaron el aprendizaje de Estadística pueden inferirse de los siguientes comentarios extraídos de la entrevista: " *... lo que noté al siguiente día que los alumnos entraron a la página, fue que inmediatamente entendieron lo que era la distribución normal*"; " *...ojala se siga haciendo para que se refuerce el aprendizaje de los alumnos*"; " *...ver la posibilidad de que la herramienta quede disponible para futuros semestres y también en otras materias, como una herramienta de apoyo*". Sin embargo, también hubo comentarios que mostraron un cierto escepticismo, un ejemplo de ello fue: " *...los alumnos no están acostumbrados a tomar clases vía Internet, están acostumbrados a jugar con la computadora, pero no a tomar clases*".

Desde la perspectiva de los **alumnos**, la eficiencia de la didáctica utilizada fue evaluada (reactivos de la encuesta de opinión) con valores medios que fluctuaron entre 2.8-3.4 (escala 0-4) que le corresponde una apreciación entre buena y excelente. Sin embargo, al cuestionarlos sobre la calidad del aprendizaje logrado, los enunciados respectivos tuvieron un puntaje que fluctuó entre 2.2 y 3.2 lo que equivale a una apreciación de regular a buena. Lo anterior es un reflejo de la buena opinión que tuvieron hacia la didáctica basada en estrategias constructivistas y objetos de aprendizaje; sin embargo, los alumnos fueron más cuidadosos en cuanto a la evaluación de la calidad del aprendizaje logrado.

¿Cómo puede conformarse un ambiente constructivista para la enseñanza en línea de Estadística de modo que promueva el aprendizaje?

Para dar respuesta a esta pregunta, primeramente se revisaron algunas contribuciones de especialistas de la educación en línea que propiciaran una respuesta con sustento teórico apropiado. De manera general, Gros (2000, citado en Stojanovic, 2002) menciona que son dos las consideraciones más importantes para conformar un ambiente educativo en línea: i) dar mayor énfasis al aprendizaje y no a la instrucción y ii) el uso de la tecnología debe permitir a los estudiantes explorar y construir significados por sí mismos.

Por su parte, Driscoll (1994; citado en Stojanovic, 2002) señala que un ambiente constructivista debe presentar las siguientes condiciones: i) enfatizar la instrucción centrada en el que aprende; ii) incorporar tareas auténticas (contexto real) que posean relevancia y utilidad práctica, y iii) proveer de múltiples perspectivas de la información así como mecanismos apropiados de evaluación.

De acuerdo con Wilson (1996), un ambiente constructivista con base en Internet, es el lugar donde los participantes manejan recursos de información, materiales impresos y visuales y herramientas tecnológicas como, programas de procesamiento, correo

electrónico, instrumentos de búsqueda, etc. que permitan la construcción de soluciones significativas a diversos problemas.

Para Simonson, Smaldino, Albright y Zvacek (2003) un ambiente de aprendizaje constructivista debe: i) tener un alto grado de interactividad; ii) propiciar un verdadero trabajo colaborativo; iii) promover un enfoque centrado en el que aprende; iv) considerar el contexto social donde se dan los aprendizajes y v) estimular el aprendizaje autónomo.

En el mismo sentido, Smith-Gratto (2000) sugiere que un ambiente constructivista en línea debe incluir: i) oportunidades para que los estudiantes experimenten un desequilibrio; ii) actividades que ayuden a los estudiantes a reestructurar su comprensión; iii) actividades de solución a problemas contextuales y iv) actividades que requieran interacción social.

Con base en los distintos señalamientos de los autores incluidos en esta pregunta, el ambiente constructivista para la enseñanza en línea de Estadística debe:

- Propiciar que los estudiantes exploren y construyan significados por si mismos. Es decir, que dispongan de oportunidades interactivas y experiencias de aprendizaje auténtico. En esta investigación, dichas oportunidades fueron proporcionadas mediante las lecciones de Estadística en línea y con la inserción de objetos de aprendizaje.
- Considerar actividades que requieran interacción social. La interacción social durante el proceso de aprendizaje propicia la construcción activa del conocimiento. Una forma de disponer de herramientas tecnológicas de apoyo a la comunicación es mediante los foros de comunicación asíncronos y *chats*. Dichas herramientas fueron ensambladas en cada una de las lecciones de Estadística.
- Incluir actividades de solución de problemas en contextos del 'mundo real'. El contexto se consideró dentro del diseño pedagógico de las lecciones de Estadística, mismas que incluyeron una serie de problemas relacionados con el

campo de las ciencias administrativas y sociales, contexto de interés en la presente investigación.

¿Es adecuada la didáctica constructivista para la enseñanza en línea de la Estadística?

Para dar respuesta a esta pregunta, es conveniente puntualizar algunas posiciones alrededor de los tres elementos que se encuentran en la pregunta: didáctica, constructivismo y Estadística, cuya confluencia será un apoyo a la respuesta.

Un punto de partida, será precisar la concepción misma de constructivismo como postura epistemológica. Para Stojanovic (2002), el constructivismo es un paradigma que intenta explicar la naturaleza del conocimiento humano, donde dicha construcción se concibe como un proceso de interacción entre la información nueva procedente del medio y la que el sujeto ya posee. Carretero (1994) señala que el sujeto construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad, enfrentando al mundo de sus experiencias. Otros autores, como Huang (2002) y Martínez (1999) sugieren una influencia creciente de los contextos sociales y culturales en la adquisición del conocimiento. Todos estos elementos, permiten visualizar al constructivismo como un sistema multivariado, que en acuerdo con Hein (1995, citado en Hawkey, 2004) sus principales componentes son: *enseñanza, aprendizaje, experiencia, ambiente, cultura e interés del educando*. Para propósito de la presente respuesta, el componente *enseñanza* es el motivo de interés.

Una vez identificado al constructivismo como un sistema multivariado, Kilpatrick, Gómez y Rico (1995) señalan que el constructivismo no es una teoría de la enseñanza o de la instrucción. Para ellos, no existe una conexión necesaria entre cómo concibe uno que el conocimiento se adquiere y qué procedimientos e instrucciones ve uno como óptimos para lograr que esa adquisición ocurra. Las epistemologías son descriptivas, mientras que las teorías de la enseñanza o de la instrucción deben ser teorías de la práctica. Lo anterior sugiere que, no obstante lo descriptivo de la epistemología constructivista, las condiciones del aprendizaje para el estudiante deben ser permeadas por la idea de la construcción misma.

Una distinción conveniente y pertinente por hacer es entre enseñanza y aprendizaje. No obstante que sea común abordarlos como elementos integrales de un proceso educativo, Moreno-Armella (2003) proporciona unos comentarios interesantes al respecto. Para este autor, enseñanza y aprendizaje no mantienen una relación de causalidad. Uno no es consecuencia del otro. La enseñanza se correlaciona positivamente con el aprendizaje, pero no necesariamente lo causa. Puede orientarlo y ésto ya es bastante. Así, una estrategia didáctica puede articularse alrededor de la idea de *construcción*; es decir: *el alumno construye, el profesor también construye*. Pero lo que construyen no coincide: el alumno construye su conocimiento y el profesor, dicho a grandes rasgos, construye las condiciones del aprendizaje del estudiante.

Con esta precisión hecha, ¿por qué focalizar una didáctica para la Estadística? Según Batanero (2004), la llamada ciencia de los datos, tiene especial relevancia en el siglo XXI por su aplicabilidad en el campo profesional, social e institucional. Además, dicha autora puntualiza la necesidad de que la enseñanza de la Estadística esté mayormente centrada en datos, en su manipulación e interpretación, en la resolución de problemas y de alguna manera, que las cuestiones matemáticas se aborden sólo para apoyar la parte conceptual de la Estadística. Batanero (2001) coincide en señalar que las TIC han acelerado el avance hacia un enfoque constructivista en la enseñanza de la Estadística, en gran medida por la necesidad de interactuar con grandes bancos de información y de establecer comunicación con expertos.

A partir de la información antes proporcionada, se puede anticipar que la didáctica constructivista aquí utilizada fue adecuada y favoreció el aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, dado que dicha didáctica se articuló con aportaciones de los tres grandes teóricos del constructivismo como: Piaget, Bruner y Vigotsky, a continuación se señalan elementos de apoyo a la respuesta con base en la aportación particular de cada uno de ellos.

Con relación a la didáctica basada en aportaciones de Piaget se consideró lo siguiente. La idea central de toda la teoría de Piaget, según Carretero (1994), es que el sujeto construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad. Así, el conocimiento es resultado de una construcción incesante a partir del mundo de nuestras experiencias. Para Piaget, la acción precede siempre al conocimiento. Conocer es actuar sobre los objetos y transformarlos. Una cosa material, una situación arbitraria no son objetos de conocimiento sino después de que el sujeto interactúe con ellos; es mediante esta interacción como se construye el objeto de conocimiento (Labinowicz, 1998; Chadwick, 1998). Con base en lo anterior fue precisamente, la oportunidad de tener una interacción con objetos insertados en las lecciones de Estadística lo que favoreció la construcción del conocimiento. Esto explica el puntaje alto (3.2 en escala de 0-4, equivalente a una apreciación entre buena-excelente) que dieron los alumnos a la evaluación de la didáctica y también la opinión favorable por parte de los docentes. La interacción, desde la perspectiva de los docentes, fue fundamental para que el alumno no permanezca de forma estática, además de que le proporcionó acceso a mayor cantidad de información para profundizar el tema de su interés.

La aportación de la teoría de Vigotsky a la didáctica aquí utilizada se basó en lo siguiente. Según Vigotsky (1979), en la construcción de significados, la comunidad tiene un rol central. Precisamente, es el pueblo alrededor del estudiante, quien afecta grandemente la forma que él o ella "ve" el mundo. Son la cultura y el lenguaje factores indispensables en la construcción de significados. El lenguaje es visto como un medio no solo para comunicar los hallazgos propios, sino para estructurar el pensamiento y el conocimiento generado por el sujeto. Vigotsky muestra una orientación hacia un aspecto que en su época no existía; con una dirección hacia el futuro que manifiesta su dinámica en la interacción social y en la colaboración con los adultos o compañeros más capaces. Desde esta aportación teórica se explica que, la didáctica articulada sobre la comunicación entre compañeros y entre compañeros-maestro, fuera bien evaluada por los alumnos, con un puntaje de 3.1 (escala 0-4) equivalente a una apreciación buena. La comunicación vista desde la perspectiva de los docentes fue de su agrado, ya que les permitió crear un espacio académico de confianza y libertad entre maestro y alumnos.

Otro de los teóricos del constructivismo considerado es Jerome S. Bruner, quien en uno de sus trabajos (Bruner, 1986) señala la importancia de que el alumno enfrente crecientes desafíos para potenciar su capacidad de resolver situaciones problemáticas y así posteriormente hacer transferencia de su aprendizaje a situaciones nuevas. Para él, es a través del ejercicio de resolución de problemas y el esfuerzo por descubrir como uno aprende. Aquí, es conveniente señalar que mucho de la estrategia de resolución colaborativa de problemas propuesta por Bruner tiene su base en las aportaciones teóricas de Vigotsky específicamente la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Con base en la resolución de problemas, esta aportación teórica fue la mejor evaluada por los alumnos, en cuanto a lo adecuado para favorecer la enseñanza de Estadística. Obtuvo un puntaje de 3.3 (escala 0-4) equivalente a una apreciación entre buena y excelente. Por su parte, los docentes comentaron que además de adecuada y útil, fue interesante el uso de ésta estrategia. De manera general, tanto docentes como alumnos expresaron que las tres aportaciones teóricas (interacción, comunicación y resolución de problemas) son fundamentales para favorecer el aprendizaje en la materia y que resulta difícil separarlas.

Con las precisiones hechas anteriormente, se afirma que la didáctica constructivista utilizada para la enseñanza de Estadística sí fue adecuada. Tres referentes que sustentaron esta respuesta fueron los resultados logrados en el aprendizaje, la aceptación y agrado de la didáctica, apoyada con el uso de las lecciones de Estadística por parte de los distintos instructores y sus respectivos alumnos y, finalmente, por los comentarios expresados por los alumnos en el grupo de discusión y las respuestas dadas a los enunciados relacionados con la didáctica utilizada. La respuesta a la pregunta planteada confirma la concordancia de los hallazgos con la propuesta teórica de este trabajo de tesis.

5.2.3. A nivel de opiniones y actitudes de los participantes

¿Cuál es la actitud de los estudiantes hacia la Estadística antes y después de la aplicación de las lecciones en línea?

Con relación a la **actitud hacia la Estadística**, de manera general los alumnos de los tres grupos mostraron una actitud moderadamente buena, según los valores medios obtenidos (entre 2.5 y 3.0; en una escala 0-4) para todos los enunciados relacionados a dicho constructo. Los alumnos de los grupos II y III tuvieron una diferencia porcentual global positiva de 8.4% y 0.4%, respectivamente, lo que indica una actitud favorable antes y después de la intervención educativa. Llama la atención la pérdida de -5.0% (diferencia posttest –pretest) del grupo I. Se identifica que las mayores pérdidas en la evaluación a los enunciados que dieron los alumnos de este grupo tuvieron que ver con el uso de la modalidad vía Internet para el curso de Estadística. En gran medida, como señalan Van Zele *et al.* (2003) la pérdida de interés hacia la modalidad en línea está relacionada con la mayor responsabilidad que implica dicha modalidad, por la sobrecarga académica que se genera y por el consumo de tiempo requerido frente a la computadora. De conformidad con la información obtenida en el cuestionario de opinión y en el grupo de discusión, la pérdida de interés hacia las lecciones por parte de los alumnos del grupo I se debió en gran medida a factores similares a los señalados por Van Zele *et al.* (2003)

¿Cuál es la opinión de los participantes (alumnos y maestros) acerca del uso de la tecnología en el proceso educativo?

La respuesta a esta pregunta, se organiza presentando primeramente la opinión de los alumnos y después la de los maestros. Un punto de partida, fue identificar como opinaron los alumnos acerca de su conocimiento tecnológico a partir de los enunciados de la encuesta de opinión. La mayoría (60%-70%) de los alumnos se autodefinieron en un nivel medio de conocimiento tecnológico. La experiencia con las lecciones de Estadística, por si mismas, fueron consideradas un aprendizaje tecnológico. Resultados interesantes se

obtuvieron con el enunciado acerca de si la tecnología es fundamental en el logro del aprendizaje del alumno. El grupo I tuvo poco interés en cuestiones tecnológicas, y el maestro siguió siendo la figura presencial para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. El grupo II se mantuvo en una posición intermedia entre los tres grupos con relación al uso amplio de la tecnología en los cursos. Por la naturaleza de la carrera que cursan los alumnos del grupo III, todos los enunciados que refieren al uso de la tecnología en cursos o como elemento de apoyo lograron porcentajes de acuerdo alto.

Los alumnos señalaron en el grupo de discusión que la tecnología les ayudó a entender los temas vistos en clase y que fue un complemento muy útil a la materia. La tecnología, vista desde una perspectiva educativa por parte de los alumnos, tuvo comentarios como: *"... útil, fácil, dinámica, práctica e interesante"*. Sin embargo, también manifestaron ciertos recaudos tecnológicos con expresiones como: *"...la computadora no nos va a resolver todas nuestras dudas... necesitamos a un maestro que nos pueda ayudar y asesorar"* o *"...como apoyo si me gustó pero yo necesito tener a un maestro que me esté respaldando"*.

Con relación al uso de la tecnología, la opinión vertida por los docentes en las entrevistas fue positiva. En términos generales expresaron comentarios tales como: *"...la tecnología es necesaria en todas las disciplinas"*, *"...es una herramienta de apoyo para la impartición de clases"*, *"...agiliza y facilita el aprendizaje"*, *"...es un complemento que cada vez se hace más necesario"*, *"...la tendencia nos va a llevar al uso de tecnología"*, *"...un curso vía Internet implica ser autodidacta y que el alumno tenga mayor responsabilidad"*. Dichos comentarios son un reflejo de las bondades que los docentes percibieron de la tecnología, pero también expresaron la responsabilidad que los alumnos adquieren, ejemplificado con términos como autodidacta, o que el alumno sea responsable de su propio aprendizaje. Esto refleja un interés hacia el uso de la tecnología en educación con cierto nivel de cautela por parte de los docentes.

¿Qué opinan los participantes del diseño utilizado en las lecciones de Estadística en línea?

Con relación al **diseño de las lecciones**, los alumnos tuvieron una opinión favorable. Muestra de ello fue el alto puntaje medio (2.8-3.4; escala 0-4) calculado para los enunciados que trataron aspectos del diseño de las lecciones. Esto significa que los alumnos consideraron el diseño entre bueno y excelente. Los valores medios de las tres lecciones fueron parecidos entre sí, lo cual sugiere que, el diseño de las lecciones no se vio afectado por las diferencias de contenido de las mismas. De los aspectos más relevantes evaluados en el diseño destacan: agrado, funcionalidad, organización, eficiencia de la forma de utilizar los módulos, inserción de medios y nivel de ayuda.

A través de los grupos de discusión, los alumnos expresaron sus opiniones acerca del diseño de las lecciones. Algunos comentarios fueron: *"...bien diseñado, organizado, adecuado, correcto, entendible, concreto, sencillo, formato lógico, accesible, evidente, claro, innovador, fácil y funcional"*. También mencionaron del apoyo que se tuvo para aclarar las dudas, mediante el uso de los foros y la consulta a los casos resueltos. Destacaron la atención rápida a las sugerencias de los alumnos y el seguimiento puntual de la actividad realizada por ellos. Algunos estudiantes comentaron que les hubiera gustado un diseño más dinámico, que incluyera animación.

Por su parte, los docentes manifestaron a través de la entrevista, su agrado hacia el diseño utilizado y comentaron que les pareció bueno, adecuado, claro, amigable, objetivo y rápido. También señalaron que les permitió una interacción fácil y que los contenidos incluidos en las lecciones coincidieron con lo visto en clase. Las lecciones fueron vistas como un apoyo importante para la enseñanza de Estadística y un buen reforzador para los alumnos. Una evidencia de que las lecciones facilitaron el aprendizaje de Estadística puede inferirse del siguiente comentario: *"... lo que noté al siguiente día que los alumnos entraron a la página, que inmediatamente entendieron lo que era la distribución normal"*.

¿Cuáles son las principales recomendaciones que dan los participantes acerca de este tipo de innovación educativa?

Primeramente se presentan las recomendaciones dadas por los alumnos acerca de las lecciones de Estadística y, finalmente, los comentarios de los docentes respectivos. Así, los alumnos comentaron que el curso de Estadística les pareció muy completo gracias al apoyo de las lecciones. Le pronosticaron gran futuro a su aplicación. También expresaron que les gustaría que se continúen aplicando las lecciones y que para el caso de otras materias se implemente algo similar. Algunos comentarios sugirieron que se implementen las lecciones como un taller, con capacitación dentro del campus en horarios de clase. Otros alumnos expresaban que es una buena forma de enseñar y de que cada alumno vaya mejor preparado a clases. Las principales sugerencias se dirigieron a comentar que faltó un poco de motivación por parte del maestro y que se debieron haber incluido más gráficos interactivos y ejemplos. De las peticiones más frecuentes se tienen: *"... me gustaría que se implementen en todos los cursos"*, *"... me gustaría seguir accedendo las lecciones"*. Finalmente, los alumnos visualizan gran futuro a este tipo de aplicación y agradecieron la oportunidad que tuvieron de disponer de las lecciones de Estadística.

Por su parte, los docentes comentaron favorablemente acerca de las lecciones de Estadística. Algunos comentarios en este sentido fueron *"...ojalá se siga haciendo para que se refuerce el aprendizaje de los alumnos"*, *"...ver la posibilidad de que la herramienta quede disponible para futuros semestres y también en otras materias, como una herramienta de apoyo"*, *"... me parece entretenido"* y *"...vale la pena"*. Otros comentarios mostraron un cierto escepticismo, un ejemplo fue *"...los alumnos no están acostumbrados a tomar clases vía Internet, están acostumbrados a jugar con la computadora, pero no a tomar clases"*.

5.2.4. Nivel práctico

¿Qué implica desarrollar materiales educativos en línea considerando un diseño instruccional basado en OA?

La respuesta a esta pregunta puede ser un tanto extensa, ya que depende de múltiples factores, variables y personas. A continuación se presenta un resumen de las principales etapas, sugeridas para este tipo de desarrollos.

- *Análisis de necesidades.* Se inicia con una exploración de las necesidades del usuario, del tipo de objeto deseado, de la instrucción, de los contextos donde potencialmente se desarrollarán los materiales educativos, de los requerimientos para su realización, de los recursos disponibles, de la infraestructura presente, entre otros puntos. Esta primera etapa permite detectar la viabilidad de la construcción de los materiales educativos y de la incorporación de OA.
- *Conformación de un equipo multidisciplinario.* La construcción de materiales educativos en línea requiere de diversos especialistas, entre los que destacan: *un pedagogo*, que se encargue de analizar y proponer las estrategias pedagógicas que propicien el aprendizaje del usuario; un *especialista en diseño instruccional*, que proponga un diseño ergonómico y eficaz para los materiales educativos desarrollados, considerando el medio tecnológico donde residirán dichos materiales; *un técnico en computación*, que apoye en la instalación y montaje de los OA y del ambiente pedagógico para albergarlos y un *especialista(s) de contenido*, quienes revisarán y propondrán los conceptos y procedimientos más relevantes de la temática deseada. Todos ellos, deben conformar un equipo de trabajo, coordinados bajo un *líder de proyecto*, quien fungirá como responsable de que cada uno de los miembros del equipo aporte a tiempo y en forma el producto de su participación.

- *Delimitación de contenido, extensión y profundidad.* Se requiere delimitar el tipo de contenido que se desea considerar en el material educativo, con énfasis en la extensión y profundidad de los OA y del material educativo en lo general. La extensión refiere a la precisión temática que se desea incluir en el material educativo, mientras que la profundidad está relacionada con el nivel de detalle con que se aborda dicho objeto de estudio. Relacionado con estos aspectos, el término granularidad de un objeto indica la extensión y profundidad del contenido que se desea incluir.
- *Revisión de estrategias didácticas.* El tipo de contenido, el destinatario o usuario final y el contexto donde potencialmente se aplicará el material educativo en línea, son factores a considerar para precisar las estrategias didácticas –en plural- que se utilizarán. Estas estrategias deben considerar un ambiente en línea para alojar los objetos, así como las potencialidades que Internet ofrece como recurso educativo. Todo ello, con la intención de propiciar una comprensión adecuada de la temática de estudio.
- *Diseño instruccional del material educativo.* A partir de la definición del contenido y de las estrategias didácticas que se desean incluir en el material educativo en línea, se debe articular un diseño instruccional para los materiales educativos. Esto conlleva la consideración de elementos interactivos, enlaces, hipertexto, elementos multimedia entre otros. Además, el diseño del OA debe considerar la inserción de meta-etiquetas que permitan la identificación, intercambio y recuperación de los objetos.
- *Codificación del material educativo.* Consiste en la conversión a formato digital del contenido. Requiere del uso de herramientas programáticas como html, xml, php, etc. para obtener un producto que pueda accederse vía Internet. La codificación se debe realizar atendiendo al diseño instruccional propuesto y considerando el tipo de contenido, extensión y profundidad del mismo.
- *Instalación y montaje del material educativo.* Los materiales educativos desarrollados, deberán instalarse en un sitio web para su disposición en línea. De manera especial,

los OA podrán accederse de manera independiente, mediante una lista o recuperación de una base de datos o generando un ambiente pedagógico en línea, que es el espacio donde se incorporan elementos contextuales para conformar un entorno coherente con los OA. Esto implica instalar los objetos en una plataforma computacional con servicios de web y herramientas de base de datos.

- *Validación.* La validación puede abordarse desde una perspectiva técnica o pedagógica. En la primera, se consideran elementos como funcionalidad, eficiencia de los hipervínculos, tiempo de acceso, nivel de ayuda, tipo de errores, entre otros. La parte pedagógica permite explorar si el material educativo desarrollado realmente facilita la apropiación del conocimiento.
- *Capacitación en su uso.* Es conveniente considerar que el uso de tecnología y de herramientas tecnológicas en el web, requiere de habilidades básicas en el manejo de equipo de cómputo, de software del sistema operativo y de explicación en el manejo del material educativo desarrollado.

¿Qué implica el uso y reuso de OA en el desarrollo de materiales educativos en línea?

La posibilidad de usar o reusar OA se deriva de algunas características de los propios objetos relacionadas con tener un tamaño relativamente pequeño, lo que incrementa su potencial de reuso. La otra característica refiere a que un OA debe tener un contexto mínimo para permitir su intercambio y utilización. Un material educativo en línea puede incorporar OA con sus recaudos didácticos en cuanto a la profundidad y tipo de contenido y a la intención de aprendizaje asociada al OA. Por otra parte, se menciona en la literatura que un OA debe tener un contexto mínimo; sin embargo, una secuencia de OA si debe tener un contexto que debe crearse durante el ensamblado. El diseñador instruccional debe proporcionar dicho contexto, que bien puede administrarse a través de un ambiente de aprendizaje o dar al aprendiz la oportunidad de crear su propio contexto.

Un comentario interesante de Chan (2002) con relación a la utilidad del uso de OA, refiere que con el uso de OA no solo se promueve el empleo de información producida sobre diversos temas para su máximo aprovechamiento, sino también se ponen en circulación herramientas para generar más información y conocimiento sobre problemas relevantes para una comunidad.

¿Aporta el registro de actividad en el sitio web (tracking) información acerca del desempeño académico del alumno?

Definitivamente sí. Con el surgimiento de los nuevos sistemas de administración de cursos en línea (Moodle, Blackboard, etc.) se presenta la posibilidad de recuperar información asociada al ingreso y a la actividad desarrollada en el sitio web por parte de cada estudiante. Esta información puede ser el número de sesiones realizadas por cada estudiante y para un período de tiempo específico, la cantidad y tiempo de acceso a cada módulo u objeto consultado, tipo de actividad realizada, cantidad de *hits*¹, lugar o sitio desde donde se accede al sitio web, etc. Esta información le permite al instructor obtener un perfil de la actividad en el sitio web que realiza el estudiante, durante el desarrollo del curso mismo. Investigaciones al respecto (Organista y Lavigne, 2006; Organista y Cordero, 2006) señalan la utilidad de disponer de este tipo de información, ya que en muchos casos, un nivel alto de actividad en un sitio web (educativo) está asociado a un buen desempeño académico por parte del estudiante.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de usar OA en materiales en línea?

La respuesta a esta pregunta se organiza, presentando primeramente las *ventajas*, mismas que a continuación se enlistan.

¹ De acuerdo con la enciclopedia libre wikipedia (<http://www.wikipedia.com>), el término *hits* (acrónimo del inglés *Hypertext Induced Topic Selection*) es un indicador de actividad para valorar y clasificar la importancia de una página web.

- *Posibilidad de reuso.* Los OA pueden utilizarse en materias diversas, en contextos diferentes y con distintos destinatarios.
- *Evita repetición de materiales.* Un solo objeto puede utilizarse en distintos cursos, por lo que el desarrollo de materiales existentes es reconsiderado.
- *Mayor difusión.* La difusión de la información se incrementa al poner a disposición de una comunidad de usuarios el acceso a los OA.
- *Propicia la generación de más información y conocimiento.* Mediante el uso de los OA el intercambio de información se incrementa, propiciando la generación de más conocimiento y la posibilidad de conformar una comunidad de interés.
- *Mejor organización de la información.* La organización de la información contenida en los OA es más eficiente.
- *Posibilidad de crear un banco/repositorio de objetos.* La utilización de meta-etiquetas en cada objeto permite su inserción como registro en un banco/repositorio de OA, a partir del cual se facilita su búsqueda, recuperación y consulta.

Con relación a las *desventajas* de usar OA en materiales en línea, a continuación se señalan aquellas identificadas como relevantes.

- *Dificultad para delimitar contenidos y su profundidad.* El acuerdo entre especialistas para delimitar el contenido y la profundidad de cada objeto puede ser difícil, ya que es deseable que dichos especialistas tengan un conocimiento básico en organización de la información y en atributos de los objetos, lo cual no siempre se dispone.
- *Se requiere de apoyo de especialistas.* El desarrollo de un OA requiere de la participación de un equipo de especialistas, entre los que destacan: pedagogo, psicólogo, diseñador instruccional e ingeniero en computación, lo que en muchas ocasiones es difícil de conseguir.
- *Elevados costos de producción.* La participación de múltiples especialistas, la digitalización del recurso, su montaje en una plataforma de cómputo, entre otros aspectos, incrementan los costos de producción.

- *Apatía de docentes por reutilizar materiales.* Es común encontrar apatías por reutilizar materiales generados por otros docentes; además, no todos los docentes tienen disponibilidad para facilitar sus materiales.
- *Derechos de autor.* El tradicional derecho de autor toma otra connotación con los objetos de aprendizaje, ya que la idea tras los OA es la reutilización y el intercambio de información. Esto implica que el autor de un OA debe precisar el tipo de derecho (reservado, libre) que se pretende sobre su creación.
- *Contextualización de los objetos.* Cada OA debe tener un contexto mínimo, por lo que se requiere desarrollar un ambiente de aprendizaje que proporcione la contextualización deseada. Esto implica un costo y tiempo.

¿Cuáles fueron los principales problemas (pedagógicos y técnicos) que se presentaron?

La respuesta a esta pregunta se aborda desde la perspectiva de los alumnos, de los docentes y del grupo desarrollador de los objetos. De manera general, los alumnos manifestaron haber tenido pocos problemas técnicos, evidencia de ello fueron los valores medios calculados (0.84, 0.29, 0.83) para cada grupo, a partir del enunciado 9.3 *¿Tuviste problemas técnicos durante la consulta a las lecciones?* incluido en la encuesta de opinión. Según la escala utilizada (0-4; 0=nunca... 4=siempre) los valores medios antes mostrados sugieren una baja incidencia de problemas técnicos.

Si bien en lo general, no se presentaron mayores problemas, hubo algunos casos, los menos, donde expresaban por medio del grupo de discusión, cierto tipo de problemas. Así, por un lado, hubo quienes expresaron que no tuvieron ningún problema, que su ingreso a las lecciones fue normal y que estuvo rápido el acceso a la página. Otros expresaron comentarios como: "... *no tenía tiempo necesario para ingresar*"; "... *tuve problemas al enviar la tarea*"; "... *tuve problemas para ingresar con el usuario*"; "... *el tamaño de la letra no fue adecuado en unas secciones*"; "*quise abrir la página y no estaba disponible*"; "*olvide las claves*"; "*se deberían incluir más gráficos interactivos*"; "*me parece que deben incluir más ejemplos*". También hubo comentarios no técnicos como: "... *mi*

problema fue entender los términos utilizados" y "...faltó un poco de motivación por parte del maestro" o sugerir que se resumiera la información contenida en las lecciones ya que cada temática contenía gran cantidad de información.

La opinión de los docentes, expresada mediante la entrevista, acerca de los aspectos técnicos de las lecciones fue favorable. No manifestaron haber tenido problemas, ni supieron de problemas que tuvieran los alumnos. Algunos comentarios expresados fueron: *"...los alumnos nunca preguntaron sobre problemas que no pudieran resolver"; "...al principio hubo algunas alumnas mayores que no tenían familiaridad con navegar por Internet"; "no tuve problemas con las lecciones, solo nos apoyó, problemas no".*

Desde la perspectiva del investigador y colaboradores, se tuvieron múltiples problemas para lograr el desarrollo de las lecciones en su versión final. A continuación se presentan solo aquellos problemas que por su naturaleza e importancia requirieron de tratamiento especial.

- *Delimitación de los contenidos.* Este problema se presentó ante la diversidad de opiniones de los expertos en Estadística, quienes señalaron la dificultad de precisar qué y cuánto de la información disponible era conveniente incluir en un objeto, con la intención de mantener su autonomía y facilitar su manejo.
- *Manejo del contexto.* Una consideración en el diseño de los objetos de aprendizaje fue que tuvieran un contexto mínimo para facilitar su intercambio a otros ambientes de aprendizaje. En el caso particular de la presente investigación, la contextualización se manejó mediante la creación de un ambiente pedagógico organizado en lecciones, las cuales incluyeron módulos e información periférica para dirigir los contenidos al área de las ciencias administrativas y sociales.
- *Capacitación a los usuarios.* Fue necesario elaborar un tríptico y guía de uso de las lecciones para facilitar su manejo. La idea fue proporcionar las habilidades

tecnológicas elementales para que cualquier usuario estuviera en condiciones de navegar las lecciones de forma exitosa.

- *Sobrecarga en la operación.* Durante el periodo de aplicación de las lecciones se requirieron múltiples actividades como, generación de usuarios, respuesta a preguntas, comentarios en los foros, revisión de tareas, entre otras. Dichas actividades consumieron gran cantidad de tiempo del investigador y de los docentes para lograr concluir exitosamente con la aplicación.
- *Organización de la información.* La información se recopiló de múltiples fuentes, entre las que destacan los instrumentos aplicados, los registros de calificaciones de los docentes, registros de *tracking* del sistema, transcripciones de entrevistas y grupos de discusión, entre otras, por lo que fue necesario diseñar las bases de datos en SPSS en la etapa inicial y así estar en condiciones de concentrar la información de forma coherente y organizada para análisis posteriores.

5.2.5. Balance final

A continuación se presenta un balance general del cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos propuestos en esta investigación.

Para el primer objetivo de *precisar una didáctica aplicada basada en tres estrategias constructivistas (interacción, comunicación y resolución de problemas) para el aprendizaje de la Estadística en línea*, se logró articular una didáctica a partir de las tres estrategias basadas en el constructivismo: interacción con objetos, resolución de problemas y comunicación. Estas estrategias fueron incorporadas en cada uno de los OA desarrollados y en el ambiente de aprendizaje utilizado. Si bien, la aportación teórica que subyace en cada estrategia fue concebida para su aplicación en un plano convencional, no computarizado; en esta investigación fue posible aplicarlas bajo un recurso tecnológico computacional y específicamente en la red Internet.

Con relación a *desarrollar un conjunto de OA para su incorporación en las lecciones de Estadística en línea*, se puede puntualizar que cada lección fue diseñada para insertar OA mediante las opciones de: conceptos, casos resueltos, herramientas, información adicional y foros. De manera general, la lección de la curva normal requirió de 17 objetos de aprendizaje, la lección de la hipótesis de 7 y la lección de los contrastes Z y t-student de 12. Cada lección fue contextualizada para las ciencias administrativas y sociales con el apoyo de opciones en el menú principal como ruta de aprendizaje, problema-guía y casos resueltos. En su conjunto, alumnos y docentes dispusieron de un ambiente pedagógico vía Internet para propiciar una mejor comprensión de las temáticas de Estadística antes mencionadas.

Respecto a *desarrollar tres lecciones de Estadística en línea considerando un diseño instruccional con base en las estrategias constructivistas antes mencionadas y los OA desarrollados* se obtuvo lo siguiente. Se abordó la didáctica desde una perspectiva integral, identificando elementos de fondo y forma. Con relación al fondo de la didáctica, se revisaron las aportaciones teóricas de tres grandes autores del constructivismo, Jean Piaget, Liev Vigotsky y Jerome Bruner. A partir del extenso trabajo teórico que dichos autores desarrollaron, se identificaron aportaciones específicas relacionadas con: interacción con objetos, comunicación con alumnos y alumnos-tutor y resolución

de problemas. Estas aportaciones fueron llevadas a un plano práctico mediante el uso de la tecnología del web. Para la consideración de forma, se recurrió a una organización de la información llamada objetos de aprendizaje, que consistió en crear entidades de información, autónomas, delimitadas en tamaño, con la eventual capacidad de poder reutilizarse en otros cursos y/o en otros materiales. A partir de la precisión de la didáctica que incorpora las tres estrategias constructivistas y los OA desarrollados, el diseño instruccional utilizado permitió el desarrollo de las tres lecciones de Estadística.

El objetivo de *evaluar los efectos desde una perspectiva educativa, de la aplicación de las lecciones de Estadística en línea en un ambiente natural universitario*, permitió tener un panorama de los efectos que sobre el aprendizaje de los alumnos proporcionaron las lecciones de Estadística. El diseño metodológico empleado permitió la recopilación de información completa, abordando de igual manera la perspectiva cuantitativa mediante el uso de instrumentos como la encuesta de opinión, listado de calificaciones parciales, etc., y la perspectiva cualitativa mediante el acopio de información mediante grupos de discusión y entrevista a docentes. Para poder establecer comparaciones considerando variables de desempeño académico o actitud hacia la Estadística, se utilizó la estrategia innovadora de generar un indicador de actividad del alumno a partir de los registros de actividad del web (*tracking*). Este indicador fue utilizado para la generación de subgrupos y así, estar en condiciones de cruzar la información de actividad con los resultados de aprendizaje. Los resultados obtenidos mostraron las bondades de las lecciones de Estadística para apoyar el aprendizaje de los alumnos, con especial atención en aquellos alumnos que tienen compromisos laborales, problemas de horario y/o compromiso de pareja.

Con relación al objetivo de *examinar la actividad realizada por los participantes (tracking) con las lecciones de Estadística en línea y su posible utilidad para el logro de la actividad de aprendizaje*, si fue posible examinar la actividad del usuario en el sitio web, en gran medida por la facilidad de *tracking* que ofrece el programa Moodle. El seguimiento de la actividad consistió en recopilar información acerca de nombre del usuario, la cantidad de accesos, duración de los accesos, módulos consultados, errores, entre otros puntos. Esta información, generada durante el desarrollo de la intervención educativa con las lecciones, permite detectar problemas académicos en etapas tempranas, de tal manera que el docente pueda tomar acciones adicionales para

facilitar el aprendizaje del estudiante y así evitar problemas posteriores de reprobación o de deserción en la materia.

Respecto al objetivo de *evaluar desde una perspectiva técnica, el diseño modular basado en OA de las lecciones de Estadística en línea, con énfasis en el funcionamiento de las lecciones considerando la efectividad de los hipervínculos, la facilidad de navegación y el tipo de ayuda brindada*, se hizo acopio de información de distintas fuentes: dos secciones de la encuesta de opinión, llamadas enfoque tecno-pedagógico y aspectos técnicos; entrevista a docentes y grupo de discusión y, adicionalmente, se recurrió a los registros de errores y foros de comentarios del sitio web. Los resultados de la evaluación técnica mostraron el agrado de los usuarios hacia el diseño de las lecciones de Estadística, expresado a través de comentarios favorables en el grupo de discusión y las entrevistas, así como con los puntajes altos obtenidos en la encuesta de opinión. En su conjunto, esta información permitió dar cumplimiento al objetivo de evaluar técnicamente al diseño de las lecciones.

Una caracterización de la opinión de los alumnos y docentes se obtuvo, en concordancia al objetivo de *analizar la opinión de los participantes (estudiantes y maestros) acerca de las lecciones de Estadística y del uso de la tecnología en el proceso educativo*. Para tal propósito, a partir de los distintos instrumentos utilizados en la investigación, primeramente se caracterizó a los alumnos participantes en cuanto a i) *información general*, ii) *trayectoria escolar* y iii) *nivel socioeconómico*. Posteriormente, se considero evaluar el cambio (antes y después) de opinión de los alumnos, como resultado de aplicar las lecciones de Estadística. Los aspectos evaluados fueron: iv) *percepción general sobre el aprendizaje*, v) *actitud hacia la Estadística* y vi) *opinión acerca del uso de tecnología*. Finalmente, se registró información acerca del vii) *enfoque tecno-pedagógico de las lecciones*, de su viii) *diseño*, y de los ix) *aspectos técnicos de las mismas*. Los resultados encontrados mostraron una opinión favorable a este tipo de herramientas pedagógicas. Los alumnos destacaron los apoyos obtenidos con las lecciones para facilitar la comprensión de las temáticas de Estadística. Por su parte, los docentes expresaron comentarios favorables al uso de este tipo de aplicaciones. Dichos docentes también comentaron de los beneficios obtenidos en sus clases al incorporar las lecciones de Estadística en línea. En su conjunto, la información recopilada permitió dar cumplimiento a este objetivo ya que se logró precisar, como se muestra en

el capítulo de resultados, la opinión de alumnos y maestros hacia las lecciones de Estadística y a la experiencia en lo general.

Un objetivo propuesto fue *documentar la experiencia innovadora, desde la perspectiva de los participantes (alumnos, maestros e investigador), de la implementación de las lecciones de Estadística en línea en los niveles didáctico, pedagógico y tecnológico*. Muestra del cumplimiento a este objetivo, la presente tesis constituye el registro más completo de la experiencia misma de investigación. De manera adicional, ya se disponen de dos artículos arbitrados que dan cuenta de los aspectos generales y metodológicos de la investigación (Organista y Cordero, 2006) y en cuanto a sus resultados (Organista y Lavigne, 2006).

5.3. Limitaciones

A continuación se presenta una serie de señalamientos, con la intención de ubicar en su justa dimensión los alcances y limitaciones asociados a la investigación descrita en este documento.

- El presente trabajo es un estudio descriptivo, con determinados controles experimentales, por lo que la información aquí recopilada pretende sólo explorar alternativas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de Estadística mediante un diseño instruccional basado en el uso de estrategias constructivistas y la incorporación de OA.
- Con relación a la validez externa del estudio, vista como una estimación acerca de la posibilidad de aplicar los resultados aquí encontrados en otra situación (Mertens, 1998), se destaca que los resultados de la presente investigación corresponden únicamente a los tres grupos (72 alumnos) de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales, Unidad Ensenada de la UABC, por lo que se deben tomar las consideraciones necesarias en caso de querer aplicar la información del presente estudio en otros cursos, sean de esta universidad o de otras instituciones de educación superior.
- Los alumnos que participaron en este estudio estaban adscritos al tronco común en ciencias administrativas y sociales, por lo que los contenidos desarrollados en las lecciones de Estadística estuvieron dirigidos a dicho contexto. Así cualquier aplicación o extensión de los materiales educativos aquí generados, debe adecuarse al nuevo contexto donde se desee aplicarlos.
- Se consideró un diseño instruccional para las lecciones de Estadística basado en tres estrategias constructivistas y en la incorporación de OA; sin embargo, no hubo manipulación en el diseño para reconfigurar la presentación de las lecciones a partir del uso de los OA.

- A partir de la experiencia adquirida con la presente investigación se destaca la dificultad que implicó llegar a acuerdos con los docentes de la materia de Estadística para delimitar los contenidos y la profundidad de los mismos; en gran medida, por la diversidad de opiniones sobre lo que debe contener una temática específica.
- La evaluación del aprendizaje en la materia de Estadística fue realizada por cada uno de los docentes titulares de dicha materia, con sus diferencias y semejanzas en cuanto a los exámenes parciales. No obstante que hubo temas comunes de Estadística en los tres grupos, la profundidad y extensión con que fueron abordados no fue la misma.

5.4. Recomendaciones

A continuación se presentan algunas recomendaciones que tienen que ver con el uso de estrategias constructivistas y OA para materiales educativos vía Internet. Se incluyen comentarios relacionados con la aplicación de este tipo de desarrollos en un ambiente universitario.

- Se recomienda que futuras investigaciones deben dirigirse a desarrollar y evaluar materiales educativos para su uso vía Internet desde una perspectiva integral, que incorporen diseños instruccionales basados en objetos de aprendizaje y estrategias didácticas constructivistas.
- La función del docente para motivar a los alumnos y hacer uso del recurso tecnológico es fundamental. Por ello, se recomienda que se implementen acciones para la formación docente en el área de la tecnología educativa, para que sean los propios docentes quienes promuevan la utilización de herramientas tecnológicas basadas en Internet de apoyo al proceso educativo.
- En repetidas ocasiones, alumnos y docentes expresaron la conveniencia de extender este tipo de apoyos tecnológicos a otras materias. Por ello, se sugiere que se implementen acciones para la puesta en línea de materiales de apoyo para los distintos cursos formales que se ofrecen en la universidad.
- Un punto de investigación tiene que ver con la contextualización de los OA. Si bien, la mayoría de las referencias utilizadas en el presente trabajo en el tema de los OA sugieren que los objetos deben contener un contexto mínimo para permitir su reutilización, es conveniente explorar mecanismos alternos para generar ambientes de aprendizaje que proporcionen el contexto a los OA. En algunos países como Estados Unidos, Canadá y Francia, por citar algunos, han incursionado en el desarrollo de aplicaciones educativas 'sensibles' al contexto, como una alternativa para ofrecer un ambiente específico al usuario a partir de ciertas variables

contextuales de referencia como, identidad, lugar de acceso, tiempo de acceso, escuela o adscripción, intereses educativos, etc.

- Actualmente, los servidores web ofrecen la posibilidad de registrar la actividad (*tracking*) de los usuarios, lo cual puede aplicarse en distintos aspectos de una investigación. Si bien, en la presente investigación solo se utilizó el *tracking* para la generación de subgrupos y para explorar posibles relaciones entre las variables de tipo académico y la actividad con las lecciones, el panorama de aplicación del *tracking* es amplio; sin embargo, se requiere de mayor investigación al respecto, especialmente con el uso de este tipo de información para monitorear el desempeño académico del alumno durante el desarrollo mismo de un curso.
- El constructivismo como postura epistemológica cobró auge en la primera mitad del siglo pasado con los grandes teóricos como Piaget, Vigotsky, Bruner, por mencionar algunos. Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología Internet, y la posibilidad de ofrecer los servicios de web a millones de personas, ha surgido una tendencia a aplicar principios constructivistas basados en el web. Indudablemente, esta tendencia requiere de mayor investigación al respecto, especialmente para determinar cuales principios constructivistas y sus variantes pueden aplicarse de manera efectiva en aplicaciones educativas que utilizan Internet como medio de difusión y acceso.

5.5. Epílogo

En el contexto mundial de las tendencias tecnológicas e informáticas, la utilización de objetos de aprendizaje ofrece un gran potencial de uso, ya que se les considera una forma de organizar la información con miras a propiciar su reutilización y facilitar su consulta. Desde una perspectiva de su diseño, se señala la conveniencia de incorporar a los OA estrategias de aprendizaje con base en un postura teórica (constructivismo) para que dichos objetos puedan ser instrumentos útiles en la adquisición del conocimiento.

La posibilidad de incorporar elementos tecnológicos innovadores en didácticas tradicionales, obliga a replantear el proceso enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva didáctica moderna, donde al docente se le concibe ahora como un facilitador del aprendizaje, donde el alumno tiene un rol más activo, autónomo y responsable y los materiales o apuntes pueden presentarse desde una perspectiva que incluye hipertexto y múltiples medios. Asimismo, dichos materiales pueden organizarse en entidades de información independientes con la posibilidad de conformar un repositorio o banco de objetos de aprendizaje.

Si bien en la presente investigación se seleccionó a la ciencia de los datos, Estadística, para aplicar los OA e instrumentos relacionados, los resultados obtenidos mostraron las bondades pedagógicas de este tipo de desarrollos y la posibilidad de extender su aplicación a otras materias, como en repetidas ocasiones fue señalado por los docentes y alumnos participantes de la investigación.

Los resultados obtenidos de la investigación sugieren un gran potencial de uso de este tipo de herramientas tecnológicas, para apoyar académicamente a un importante sector estudiantil universitario que actualmente tiene una actividad laboral parcial o total o con compromiso de pareja. Fueron precisamente estos alumnos quienes mejor actitud mostraron hacia la Estadística y su opinión respecto al uso de la tecnología en el proceso educativo fue muy favorable.

En el contexto de nuestra universidad, los resultados obtenidos muestran la factibilidad y pertinencia de innovar los procesos educativos mediante la incorporación de herramientas

tecnológicas del web. Sin embargo, se percibe una subutilización del recurso de Internet en la comunidad universitaria. Por otro lado, se identifican esfuerzos aislados y/o desarticulados en cuanto a desarrollos tecnológicos educativos. Para que nuestra universidad no quede rezagada tecnológicamente, se requiere de una visión compartida, donde la comunidad universitaria esté comprometida con la innovación y se fomenten los desarrollos educativos con apoyo de tecnología digital.

REFERENCIAS

- Abbagnano, N. y Visalberghi, A. (1995). *Historia de la Pedagogía*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Abbey, B. (2000). *Instructional and cognitive impacts of web-based education*. Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Álvarez-Gayou, J. L. (2005). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós Educador.
- Applefield, J., Huber, R. y Moallem, M. (2001). Constructivism in theory and practice: toward a better understanding. *The High School Journal*, 84 (2), 35-53.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada, España: Grupo de Investigación en Educación Estadística del Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Batanero, C. (2002). Estadística y didáctica de la matemática: relaciones, problemas y aportaciones mutuas. En M. C. Peñalva, G. Torregrosa y J. Valls (Coordinadores), *Aportaciones de la didáctica de la matemática a diferentes perfiles profesionales* (95-119). Alicante, España: Universidad de Alicante.
- Batanero, C. (2003). Presente y futuro de la Educación Estadística. Recuperado el 10 de enero de 2005, de: <http://www.ugr.es/~batanero/publicaciones.htm>
- Batanero, C. (2004). ¿Hacia dónde va la Educación Estadística? Recuperado el 19 de octubre de 2004, de: <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/BLAIX.htm>

- Begg, A. (1997). Some emerging influences underpinning assessment in statistics. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 17-26). Amsterdam: IOS Press e International Statistical Institute.
- Belanger, F. y Jordan, D. H. (2000). *Evaluation and implementation of distance learning: technologies, tools and techniques*. Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Black, B. J. y McClintock, R. O. (1995). An interpretation construction approach to constructivist design. En B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Boyle, T. (2003). Designing principles for authoring dynamic, reusable learning objects. *Australian Journal of Educational Technology*, 19 (1), 46-58.
Recuperado el 20 de octubre de 2003, de: <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet19/boyle.html>
- Briseño, J. L. y García, G. M. (2004, julio). *Modelo de presentaciones personalizadas hipermedia para la enseñanza de las matemáticas*. Trabajo presentado en el Simposium Iberoamericano de Educación, Cibernética e Informática, Miami, FL.
- Brousseau, G. (1986). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4 (2), 164-198.
- Brown, S.W. y Kulikowich, J.M. (2004). Teaching Statistics from a distance: what have we learned? *International Journal of Instructional Media*, 31 (1), 19-35.
- Brown, B. M. (1998, diciembre). Digital classrooms: Some myths about developing new educational programs using the Internet. *T. H. E. Journal*. Recuperado el 14 de enero de 2005, de: <http://www.thejournal.com/magazine/vault/A2007.cfm>
- Bruner, J. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge: Harvard University Press.

- Bruner, J. (1971). *The Relevance of Education*. New York: Norton.
- Bruner, J. (1986). *Realidad mental y mundos posibles. Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Barcelona: Gedisa.
- Bunge, M. (1985). *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza.
- Cabero, J. (2001). *Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza*. Barcelona: Paidós.
- Carmona, J. (2004). Una revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la Estadística. *Statistics Education Research Journal*, 3 (1), 5-28.
- Carretero, M. (1994). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Aique.
- Cashin, S. E. y Elmore, P. B. (1997, marzo). *Instruments used to assess attitudes toward statistics: A psychometric evaluation*. Trabajo presentado en The Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Cassarino, C. (2003). Instructional Design Principles for an eLearning environment. A call for definitions in the field. *The Quarterly Review of Distance Education*, 4 (4), 455-461.
- Castells, M. (2000). *The information Age: Economy, Society, and Culture*. Oxford: Blackwell.
- Castorina, J. A., Ferreiro E., Kohl de Oliveira, M. y Lerner D. (2004). *Piaget-Vigotsky: contribuciones para replantear el debate*. Buenos Aires: Paidós
- Cerezo, H. (2005). Implicaciones educativas del constructivismo ¿Por qué el constructivismo es revolucionario? *Odiseo, Revista Electrónica de Pedagogía*, 3 (5). Recuperado el 6 de noviembre de 2006, de: <http://www.odiseo.com.mx/2005/07/print/cerezo-implicaciones.htm>

- Chadwick, C. (1998). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 31 (4), 111-126.
- Chan, M. E. (2002a, Marzo). La Construcción de Objetos de Aprendizaje. *Apertura*, 1 (1), 61-73.
- Chan, M. E. (2002b, Diciembre). Objetos de aprendizaje: una herramienta para la innovación educativa. *Apertura*, 1 (2), 3-18.
- Charles, C. M. (1988). *Introduction to Educational Research*. New York: Longman Publishers.
- Computer Education Management Association (2001). Learning Architecture Learning Objects Overview. Recuperado el 20 de agosto de 2003, de: <http://learnativity.com/lalo.html>
- Coll, C. (1985). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Paidós.
- Coll, C. (1997). *¿Qué es el constructivismo?* Argentina: Magisterio, Colección Magisterio Uno.
- Cox, D. R. (1997). The current positions of statistics: A personal view. *International Statistical Review*, 65 (3), 261-276.
- Dalgarno, B. (2001). Interpretations of constructivism and consequences for Computer Assisted Learning. *British Journal of Educational Technology*, 32 (2), 183-194.
- Daniels, H. (2003). *Vigotsky y la pedagogía*. México: Paidós.
- Davis, N. T. (2004). Collaborative Teams in a University Statistics Course: A Case Study of How Differing Value Structures Inhibit Change. *School Science and Mathematics*, 104 (6), 279-87.
- Diccionario de las ciencias de la educación Santillana. (1995). México: Santillana.

- Ewing-Taylor, J. (2000). Student Attitudes Toward web-based courses. Recuperado el 26 de septiembre de 2000, de: http://unr.edu/homepage/jacque/research/student_attitudes.html
- Fichtner, B. (2002). *Enseñar y aprender, un diálogo con el futuro: la aproximación de Vigotski*. Barcelona: Octaedro.
- Gal, I. y Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2 (2). Recuperado el 15 de marzo de 2005, de: <http://www.amstat.org/publications/jse/v2n2/gal.html>
- Gall, M. D., Borg, W. R. y Gall J. P. (1996). *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman.
- Godino, J. D. (1996, octubre). *Mathematical concepts, their meanings and understanding*. Trabajo presentado en The proceedings of the 20th Conference of the International group for the Psychology of Mathematics Education, Valencia, España. Recuperado el 20 de agosto de 2006, de: http://www.ugr.es/~jgodino/articulos_ingles/meaning_understanding.pdf
- Goetz, J. P. y LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Grandzol, J. R. (2004, Marzo/abril). Teaching MBA Statistics Online: A pedagogically sound process approach. *Journal of Education for Business*, 79 (4), 237-244.
- Griffith, R. (2003). Learning Objects in Higher Education. *Academic ADL Co-Lab Staff, WebCT*. Recuperado el 20 de abril de 2004, de: <http://www.webct.com/service/ViewContent?contentID=16328050>

- Hamel, C. J. y Ryan-Jones, D. (2002). Designing Instruction with Learning Objects. *International Journal of Educational Technology*, 3 (1). Recuperado el 25 de noviembre de 2004, de: <http://www.ao.uiuc.edu/ijet/v3n1/hamel/index.html>
- Hawkey, R. (2004). Learning with Digital Technologies in Museums, Sciences Centres and Galleries. *King's College, London. FutureLab Series, Report 9*. Recuperado el 3 de noviembre de 2006, de: http://www.futurelab.org.uk/research/lit_reviews.htm
- Hodgins, W. (2000). Into the future. Recuperado el 15 de octubre de 2005 en: <http://www.learnativity.com/download/MP7.pdf>
- Holsti, O. (1966). *Content Analysis for the Social Sciences and Humanities*. New York: Addison-Wesley.
- Hong, K., Lai, K. y Holton, D. (2001). Web based learning environments: Observations from a Web based course in a Malaysian Context. *Australian Journal of Educational Technology*, 17 (3), 223-243.
- Huang, H. (2002). Toward constructivism for adult learners in online learning environments. *British Journal of Educational Technology*, 33 (1), 27-37.
- Janicki, T. y Liegle, J. O. (2001). Development and evaluation of a framework for creating web-based learning modules: a pedagogical and systems perspective. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5 (1), 58-84.
- Jonassen, D. H. (1994). Thinking technology: toward a constructivist design model. *Educational Technology*, 34 (4), 34-37.
- Kilpatrick, J., Gómez, P. y Rico, L. (1995). *Educación matemática*. México, DF: Editorial Iberoamérica.

- Labinowicz, E. (1998). *Introducción a Piaget: pensamiento, aprendizaje, enseñanza*. México: Addison Wesley Longman.
- Lavigne, G., Aguirre, L. C. y Organista, J. (2003, octubre). *La Maestría en Ciencias Educativas del Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo en modalidad semi-presencial: evaluación provisional*. Trabajo presentado en el 3er. Congreso Internacional de Educación: "Evolución, Transformación y Desarrollo de la Educación en la Sociedad del Conocimiento", Mexicali B.C.
- Lawrence, J. A. y Shingania, R. P. (2004, Julio-Agosto). A study of teaching and testing strategies for a required statistics course for undergraduate business students. *Journal of Education for Business*, 79 (6), 333-338.
- Leflore, D. (2000). Theory supporting design guidelines for web-based instruction. En B. Abbey (Ed.), *Instructional and cognitive impacts of web-based education* (pp. 102-117). Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Martínez, M. (1999). El enfoque sociocultural en el estudio del desarrollo y la educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 1 (1). Recuperado el 22 de octubre de 2004, de: <http://redie.uabc.mx/vol1no1/contenido-mtzrod.html>
- Martínez-Peniche, J., Castañeda, L. M. y Enríquez, L. (2004, April). Developing learning objects: more than just labelling. *Learning Technology*, 6 (2), 12-15.
- McMillan, J. H. (2001, abril). *Some Pedagogical Tips for Teaching Statistics*. Trabajo presentado en The Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, Wa. (ED453 251).
- Merrill, M. D. (2002). Second generation instructional design. Recuperado el 8 de marzo de 2004, de: <http://www.id2.usu.edu/id2/index.htm>.

- Mertens, M. D. (1998). *Research Methods in Education and Psychology. Integrating diversity with quantitative & qualitative approaches*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Meza, M. V. y Alvarez, O. (2002, junio). *UABC Virtual, plataforma integral para la educación a distancia*. Trabajo presentado en el II Congreso Internacional de Educación Abierta y a Distancia. ANUIES-CICESE-UABC, Ensenada B.C.
- Mills, J. D. (2003). A Theoretical framework for teaching statistics. *Teaching Statistics*, 25 (2), 56-59.
- Mills, J. D. (2004). Students' attitudes toward statistics: implications for the future. *College Student Journal*, 38 (3), 349-362.
- Mitra, A. y Hullett, C. (1997). Toward evaluating computer aided instruction: Attitudes, demographics, content. *Evaluation and Program Planning*, 20 (4), 379-391.
- Mohan, P. (2004). Building an online course based on the e-learning standards; guidelines, issues, and challenges. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 30 (3). Recuperado el 23 de noviembre de 2005, de: <http://www.cjlt.ca/content/vol30.3/mohan.html>
- Moore, M. G. y Anderson, W. G. (2003). *Handbook of Distance Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Moore, D. S. (1997). New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review*, 65 (2), 123-165.
- Moreno-Armella, L. (2003). La enseñanza de la matemática: un enfoque constructivista. En J. A. Castorina, C. Coll, A. Díaz-Barriga, F. Díaz-Barriga, B. García, G. Hernández, L. Moreno-Armella, I. Muriá, A. M. Pessoa de Carvalho y C.E. Vasco. (Eds.), *Piaget en la educación. Debate en torno de sus aportaciones* (pp. 165-193). México: Paidós Educador.

- Moreno, F. y Bailly-Bailliére, M. (2002). *Diseño instructivo de la formación on-line. Aproximación metodológica a la elaboración de contenidos*. Barcelona: Ariel.
- Murphy, E. (2004). Moving from theory to practice in the design of web-based learning using a learning object approach. *E-Journal of Instructional Science and Technology*, 7(1).
Recuperado el 8 de marzo de 2004, de: <http://www.usq.edu.au/electpub/e-jist/index.htm>
- Newby, T. J., Stepich, D. A., Lehman, J. D. y Russell, J. D. (2000). *Instructional technology for teaching and learning: designing instruction, integrating computers, and using media*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- O'Malley, J. (2002). Students Perceptions of Distance Learning, Online Learning and the Traditional Classroom. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 2 (4).
Recuperado el 15 de marzo de 2006, de: <http://www.westga.edu/~distance/omalley24.html>
- Organista, J. y Cordero, G. (2006). Estadística y objetos de aprendizaje. Una experiencia in vivo. *Revista Apertura*, 6 (5), 22-35.
- Organista, J. y Lavigne, G. (2006). Desarrollo y aplicación de lecciones de Estadística en-línea con objetos de aprendizaje en un ambiente universitario, 6 (3). Recuperado el 20 de diciembre de 2006, de: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/>
- Ottaviani, M. G. (1998, septiembre). *Developments and perspectives in statistical education*. Trabajo presentado en The Proceedings of the Joint IASS/IAOS Conference. *Statistics for Economic and Social Development*, Aguascalientes, México. Recuperado el 30 de agosto de 2006, de: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/about/ottagua.pdf>
- Parrish, P. E. (2004). The trouble with learning objects. *Educational Technology Research & Development*, 52 (1), 49-67.

- Peters, O. (2002). *La educación a distancia. Nuevas tendencias y retos*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Piaget, J. (1955). *The construction of reality in the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Powers, S. M. y Mitchell, J. (1997, marzo). Student perceptions and performance in a virtual classroom environment. Trabajo presentado en The Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Roberts, D. M. y Bilderback, E. W. (1980). Reliability and validity of a Statistics Attitude Survey. *Educational and Psychological Measurement*, 40, 235-238.
- Roblyer, M. D. y Edwards, J. (2000). *Integrating educational technology into teaching*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Roig-Vila, R. (2005). Diseño de materiales curriculares electrónicos a través de objetos de aprendizaje. Recuperado el 15 de octubre de 2005, de:
<http://www.um.es/ead/red/M4/roig42.pdf>
- Rossman, A. J. (2005). Teaching a data oriented, activity-based course. En J.B. Garfield (Ed.), *Innovations in Teaching Statistics* (pp. 7-11). Washington: The Mathematical Association of America.
- Rovira, C. (2005). La orientación a objetos en el diseño de hipertextos para la enseñanza-aprendizaje. Recuperado el 24 de noviembre de 2005, de:
<http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num8/rovira.html>
- Russi, B. (1998). Grupos de discusión. De la investigación social a la investigación reflexiva. En C. J. Galindo (Coord.). *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación* (pp. 75-115). México: Addison Wesley Longman.

- Schau, C., Stevens, J., Dauphinee, T. L., y Del Vecchio, A. (1995). The development and validation of the Survey of Attitudes Toward Statistics. *Educational and Psychological Measurement*. 55, 868-875.
- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. y Zvacek, S. (2003). *Teaching and learning at a distance. Foundations of distance education*. (2nd. Edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Smitt-Gratto, K. (2000). Strengthening Learning on the Web: Programmed Instruction and Constructivism. En B. Abbey (Ed.), *Instructional and cognitive impacts of web-based education* (pp. 227-240). Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Stojanovic, L. (2002). El paradigma constructivista en el diseño de actividades y productos informáticos para ambientes de aprendizaje "online". *Revista de Pedagogía*, 23 (66), 73-98.
- Titscher, S., Meyer, M., Wodak, R. y Vetter, E. (2000). *Methods of text and discourse analysis*. London: SAGE Publications.
- Van Zele, E., Vandaele, P., Botteldoren, D. y Lenaerts J. (2003). Implementation and evaluation of a course concept based on reusable learning objects. *Journal of Educational Computing Research*, 28 (4), 355-372.
- Vygotsky, L. S. (1965). *Pensamiento y lenguaje*. México: Trillas.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica/Grijalbo.
- Visser, J. (2005). Sobre la dificultad de cambiar nuestras percepciones acerca de cosas como el aprendizaje. *Instituto para el Desarrollo del Aprendizaje*. Recuperado el 25 de octubre de 2005, de: <http://www.learndev.org/dl/DenverVisserVisserSPA.pdf>.

- Von Glasersfeld, E. (1998). Why constructivism must be radical. En M. Larochelle, N. Bednarz y J. Garrison (Eds), *Constructivism and education* (pp. 23-28). Cambridge, U.K: Cambridge University Press.
- Wiley, D. A. (2001). *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy*. Salt Lake City: Utah State University.
- Wilhelm, P. (2004, noviembre). *El desarrollo de un curso universitario en línea con objetos de aprendizaje (OA): lecciones aprendidas*. Trabajo presentado en el XII Congreso Internacional de Tecnología y Educación a distancia, San José, Costa Rica.
- Wilson, B. G. (1997). Reflections on constructivism and instructional design. Recuperado el 23 de noviembre de 2006, de: <http://www.cudenver.edu/~bwilson/construct.html>
- Wise, S. L. (1985). The development and validation of a scale measuring attitudes towards Statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 45, 401-405.